

Uso del modelo de clase invertida en la asignatura de Estática en Ingeniería Civil*¹

Using flipped classroom model in a Static course in Civil Engineering

Usando a classe modelo invertido no curso de Estática em Engenharia Civil

YASMANY DAMIÁN GARCÍA-RAMÍREZ²

Recibo: 23.04.2018 – Aprobación: 14.08.2018

DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.38.2860.2018>

Resumen: *En la actualidad, el modelo de clase invertida está dando muy buenos resultados en la educación universitaria. Este modelo ha sido empleado en varias áreas del conocimiento, sin embargo, muy poco se ha explorado en Ingeniería Civil. En ese escenario, el objetivo de este artículo es mostrar la implementación del modelo de clase invertida en la asignatura de Estática en la carrera de Ingeniería Civil. Para ello, se consideraron dos grupos de estudiantes: grupo A (n=76, modelo de clase invertida) y grupo B (n=46, modelo tradicional). Cada semana, los estudiantes del grupo A debían observar las conferencias pregrabadas antes de las clases presenciales, y en ellas se trabajaban en la resolución de problemas. Como resultado, las calificaciones finales del grupo A fueron significativamente más altas que las del grupo B (p=0,039). Además, las calificaciones del grupo A estuvieron*

* **Modelo para la citación de este artículo / Template for citation of this article / Modelo para a citação deste artigo:** GARCÍA RAMÍREZ, Yasmany Damián (2018). Uso del modelo de clase invertida en la asignatura de Estática en Ingeniería Civil. En: Ventana Informática No. 38 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 65-82. ISSN: 0123-9678. DOI: <https://doi.org/10.30554/ventanainform.38.2860.2018>

1 Reporte de caso / Case report / Relato de caso

Proyecto / Project / Projeto: Generación y actualización de herramientas informáticas de análisis dinámico para el Laboratorio Virtual de Ingeniería Sísmica (VLEE) de la UTPL / Generation and update of dynamic analysis computer tools for the Virtual Laboratory of Seismic Engineering (VLEE) of UTPL / Geração e atualização de ferramentas computacionais de análise dinâmica para o Laboratório Virtual de Engenharia Sísmica (VLEE) da UTPL
Periodo / Period / Período: 02/01/2016-15/12/2016

Institución / Institution / Instituição: Universidad Técnica Particular de Loja (Loja, Loja, Ecuador).

2 Doctor en Ingeniería Civil / Doctor in Civil Engineering / Doutor em Engenharia Civil. Docente investigador / Teaching Researcher / Professor pesquisador, Universidad Técnica Particular de Loja (Loja, Loja, Ecuador). ydgarcia1@utpl.edu.ec. orcid.org/0000-0002-0250-5155

relacionadas positivamente con el porcentaje de revisiones de las conferencias pregrabadas. En general, el modelo de clase invertida fue bien recibido por los estudiantes, quienes lo calificaron entre $8,3 \pm 1,4$ (1=mínimo, 10=máximo), por lo que se recomienda su aplicación en contenidos similares, especialmente relacionados con la Física y las Matemáticas.

Palabras clave: *clase invertida, conferencias pregrabadas, educación universitaria, Estática.*

Abstract: *Nowadays, the flipped classroom model is giving very promising results in university education. This model has been employed in several knowledge areas, however, very little has been done in Civil Engineering. In this scenario, the objective of this article is to show the implementation of the flipped classroom model in the Statics course in Civil Engineering major. For that purpose, two groups of students were considered: group A ($n=76$, inverted class model) and group B ($n=46$, traditional model). Each week, group A students were required to observe the prerecorded lectures before classes, where students were working on problem solving. In addition, scores of group A were positively related to the percentage of revisions of pre-recorded lectures than group B ($P = 0,039$). In general, the inverted class model was well received for the students, who rated it between 8.3 ± 1.4 (1 = minimum, 10 = maximum), so its application is recommended in similar contents, especially related to Physics and Mathematics.*

Keywords: *active learning, flipped classroom, Statics, university education.*

Resumo: *Atualmente, o modelo de sala de aula invertida está dando resultados muito promissores no ensino universitário. Este modelo tem sido utilizado em diversas áreas do conhecimento, no entanto, muito pouco foi feito em Engenharia Civil. Neste cenário, o objetivo deste artigo é mostrar a metodologia para a aplicação do modelo de classe invertida no campo da Estática em Engenharia Civil. Para isso, dois grupos de estudantes foram considerados: grupo A ($n=76$, classe de modelo invertido) e grupo B ($n=46$, modelo tradicional). A cada semana, os alunos devem observar grupo A palestras pré-gravadas antes das aulas, onde os alunos estavam trabalhando na resolução de problemas. Como resultado, as notas finais do grupo A foram significativamente mais elevadas do o grupo B ($p = 0,039$). Além disso, as pontuações do grupo A foram associados positivamente com a percentagem de revisões das conferências pré-gravados. Em geral, a classe*

modelo invertido foi bem recebido por alunos, que varia entre $8,3 \pm 1,4$ (1 = mínimo, 10 = máximo), pelo que a sua aplicação é recomendada em conteúdo semelhante, particularmente relacionada com física e matemática.

Palavras-chave: *aprendizagem ativa, classe invertido, educação universitária, Estática.*

Introducción

Por mucho tiempo, los investigadores en educación han puesto en duda la eficacia de los métodos de enseñanza basados totalmente en el *paradigma instruccional conductivista* (Barr & Tagg, 1995, 13), dada la priorización en la retención sobre el entendimiento, por ejemplo, citando a Gardner (Barr & Tagg, 1995, 22), los estudiantes universitarios con buenas puntuaciones en un curso de Física, frecuentemente no resolvían problemas básicos ni preguntas presentadas ligeramente diferente a como fueron instruidos y evaluados formalmente.

Debido a esas limitaciones, apareció el aprendizaje activo, entendido por Prince (2004, 223), como cualquier método de enseñanza que involucre a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, el cual se centra, coinciden Bergmann & Sams (2014, 18) y Bonwell & Eison (1991, 19), en las actividades que realizan los estudiantes, tomando conciencia de lo que están haciendo, lo cual promueve el proceso activo y constructivo del conocimiento. Existen diversas formas de incluir el aprendizaje activo en las clases tradicionales basadas en discursos, tales como hacer pausas cortas periódicas y de discusión con sus pares (Prince, 2004, 225), presentarles problemas de la vida real, revisar el tema principal de la clase previamente o actividades en grupos de trabajo, es decir actividades significativas e interesantes para los estudiantes, con lo cual se sientan involucrados y comprometidos con su aprendizaje... El aprendizaje activo³ permite formar personas que puedan responder al cambio.

3 Algunos modelos exitosos de aprendizaje activo, según Prince (2004, 223), son: el aprendizaje colaborativo (un grupo estructurado de estudiantes buscan alcanzar un objetivo común, y en el cual son evaluados separadamente), aprendizaje cooperativo (pequeños grupos de estudiantes tratan de alcanzar un objetivo común, y en el cual son evaluados como grupo) y el aprendizaje basado en problemas (se presentan al estudiante problemas relevantes al inicio del curso, los cuales son usados para proveer contextos y motivación del aprendizaje). El aprendizaje activo utiliza un enfoque centrado en el estudiante y no en el instructor como sí lo hace el método tradicional conductivista, afirma Bland (2006, 11.223.2), por lo que el modelo de clase invertida, como aprendizaje activo, es una combinación de dos teorías de aprendizaje: la constructivista (aprendizaje basado en problemas) y la conductivista (conferencias), de acuerdo con Bishop & Verleger (2013, 23.1200.2).

«En ese marco interactivo y dinámico, según Riveros y Mendoza (2005), se requiere un estudiante que sea activo en su aprender, que construya su aprender y no otro por él, que sea un creador, un desarrollador de proyectos, que razone y reflexione, que piense y resuelva problemas, que investigue y evalúe [ya que] la sociedad del conocimiento demanda un aprendiz flexible, aliado al cambio, adaptable a situaciones nuevas, capaz de manejar la incertidumbre, con visión de mundo, actuando como un ser humano pleno, capaz de construir y reconstruir su aprendizaje, estando consciente de sus virtudes y limitaciones» (Vega, 2016, 25).

La *clase invertida (flipped classroom)* o *aula invertida (inverted classroom)* que, según Milman (2012, 85), cambia la exposición magistral del docente por estrategias como explicar previamente el tema mediante una videoconferencia, *screencast* o *vodcast*, lo cual libera tiempo de clase utilizable en actividades atractivas para los estudiantes (aprendizaje basado en problemas, colaborativo o cooperativo), y aumenta la posibilidad de un aprendizaje permanente (Blair, 2012, 10-11, Roehl, Reddy & Shannon, 2013, 45 y Tucker, 2012, 82-83). Es pertinente considerar que para la aplicación del modelo de clase invertida, según Milman (2012, 86) y Roehl et al. (2013, 47-48): - los docentes deben crear videos con instrucciones claras y de buena calidad, - los estudiantes debe tener acceso a los dispositivos de conexión y tecnología en donde puedan ver los vídeos, - los estudiantes no podrán hacer preguntas al docente, y - los estudiantes pueden distraerse navegando en otras páginas web.

El modelo de clase invertida, aseguran Lage, Platt & Treglia (2000, 32), se refiere a que los eventos que tradicionalmente tuvieron lugar dentro del aula, ahora se hace fuera del aula y viceversa. Nació a raíz del desarrollo de la tecnología y el uso generalizado de los equipos electrónicos (Bishop & Verleger, 2013, 23.1200.2), y se vale de conferencias en video de forma asíncrona⁴, combinado con actividades de resolución de problemas en clase y extra-clase. Ante

4 Además de las redes sociales y blogs, «como parte de la metodología *Flipped Classroom*, se pueden integrar también los sistemas de respuesta interactiva en clase o *Classroom Response Systems* fundamentados en el aprendizaje basado en el juego o *game-based learning*. Estos sistemas incluyen actividades tipo concurso, encuestas, puzles y actividades de pregunta-respuestas para que el alumnado responda desde un dispositivo móvil, una tableta o desde un ordenador, aportando un componente lúdico y colaborativo/competitivo. En los últimos años, estas aplicaciones se han extendido como herramienta didáctica para clases presenciales y para la formación online. Algunas de las más utilizadas son *Kahoot*, *Mentimeter*, *Surveymonkey*, *Edmodo* o *Socrative*» (Blasco, Lorenzo & Sarsa, 2018, 4).

los resultados de aprendizaje obtenidos por la aplicación del modelo, se ha extendido a diversos niveles académicos y disciplinas, tales como: Medicina (Tune, Sturek & Basile, 2013) respiratory, and renal physiology delivered to first-year graduate students. Students in both courses were provided the same notes and recorded lectures. Students in the modified flipped classroom were required to watch the prerecorded lectures before class and then attend class, where they received a quiz or homework covering material in each lecture (valued at 25% of the final grade, Ingeniería (Bland, 2006; Lemley et al., 2013; Love et al., 2014), Negocios (DiRienzo & Lilly, 2014), Cine (Enfield, 2013), Economía (Butt, 2014; Lage, Platt & Treglia, 2000), Educación Física (Férriz, Sebastià & García, 2017), Botánica (Rivero, 2018), entre otras.

Generalmente en Ingeniería Civil, en las asignaturas que involucran cálculos y resolución de problemas (por ejemplo Estática), los estudiantes reciben una clase presencial (con fundamentos teóricos y resolución de ejercicios por parte del instructor), resuelven ejercicios en clase y luego resuelven otros fuera de la clase. En particular, el curso de Estática de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), es un pilar de la Ingeniería Civil, especialmente para Estructuras y Geotecnia, pero se ha notado que los estudiantes presentan deficiencias en aspectos conceptuales que debieron aprenderse en el curso de Estática.

Con base en lo anterior, este artículo muestra la implementación del modelo *clase invertida* en la asignatura de Estática que tuvo 76 estudiantes (grupo A) durante el periodo octubre 2015 – febrero 2016, cursando el segundo año de Ingeniería Civil en la UTPL. Se muestran los detalles del curso y los resultados cuali-cuantitativos de su aplicación. Así mismo, con el propósito de evaluar la efectividad del método, sus calificaciones finales fueron contrastadas con las calificaciones de 46 estudiantes (grupo B) que cursaron esa asignatura con el método tradicional, durante el periodo abril – agosto 2015, en el segundo año de Arquitectura.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera: un análisis de los antecedentes, luego se describe la metodología del trabajo, con detalles de las características de los participantes, el contenido de la asignatura, la aplicación del modelo *clase invertida* y la recolección de datos. Posteriormente, se muestran los resultados y discusión del estudio y se resaltan las principales conclusiones.

1. Antecedentes

Aunque se tienen diversas experiencias, en el área de la Mecánica (la Estática es uno de sus componentes), la clase invertida ha sido usada en diversos cursos:

- En un curso de Mecánica de Fluidos, Webster et al. (2014), consideraron dos grupos de estudiantes: los que recibieron la clase con el modelo de clase invertida y los que la recibieron con el modelo de clase tradicional. El primer grupo debía ver videos en línea antes de las clases presenciales, participar en actividades de resolución de problemas en clase y completar pruebas semanalmente. Se registró un aumento de 7,5 puntos con el grupo del método tradicional.
- Lee et al. (2015) aplicaron el método de clase invertida en Mecánica de Materiales a 15 estudiantes universitarios, quienes obtuvieron mejores resultados que 11 estudiantes del mismo curso con el método tradicional. Los estudiantes con el método clase invertida, debían revisar previamente, videos relacionados con la clase, responder respuestas cortas y resolver una tarea extra-clase, mientras que durante la clase, el docente se concentraba en los conceptos principales de los videos, resolución de problemas, demostraciones y pruebas.
- En la Dinámica, Fredericks et al. (2013), en un curso en línea utilizaron el método de clase invertida con 680 personas (docentes y estudiantes universitarios) del Instituto de Tecnología de Massachusetts, de los cuales se graduaron 172, quienes debían ver videos y problemas adicionales al documento guía antes de los exámenes y pruebas. El curso logró mejorar la experiencia del aprendizaje y mejorar la habilidad de solucionar problemas, así como incrementar la retención de los estudiantes del 44% al 74%.
- Bates & Galloway (2012), en la Universidad de Edimburgo con 200 estudiantes, aplicaron el método clase invertida en la asignatura de Mecánica Clásica, quienes debían revisar o realizar, previo a las clases presenciales, cursos en línea o preparar el tema en libros o páginas web, mientras en la clase presencial se cubrieron los vacíos académicos del tema, mediante discusiones guiadas y preguntas de selección múltiple. El 51% de los participantes consideró que el uso del método fue excelente y el 54% prefirió la clase invertida.

En resumen, las investigaciones reportaron mejoras en las calificaciones, aumento en la retención o preferencia por el método, lo cual sugiere que el método de clase invertida tiene beneficios adicionales sobre el método tradicional. A pesar de que la clase invertida ha sido utilizada

en algunas asignaturas de Ingeniería Civil, aún no se ha utilizado en Estática.

2. Metodología

Este trabajo es un estudio analítico con base en la investigación cuali-cuantitativa. Para ello, dos grupos de estudiantes recibieron los mismos contenidos con el método clase invertida (grupo A) y con el método tradicional (grupo B). Los estudiantes no tuvieron elección de elegir a qué grupo deseaban pertenecer, dado que eran de diferentes carreras, por lo tanto, la muestra no fue probabilística. La edad promedio de los dos grupos fue de 19 años. A los dos grupos se les informó, el primer día de clases, el proceso de enseñanza aprendizaje que se iba a llevar a lo largo del semestre. Los contenidos de la asignatura de Estática para ambos grupos se basaron principalmente en el libro Ingeniería Mecánica (Hibbeler, 2010).

El mismo docente dio las conferencias y participó en las sesiones para resolver problemas. Durante la clase presencial, los dos grupos recibieron similares ejercicios, con controles de lectura y exámenes diferentes, aunque con el mismo grado de dificultad y similar duración (1-2 h). Los exámenes también incluyeron una parte conceptual con preguntas de verdadero y falso, para ambos grupos.

2.1 Método clase invertida

2.1.1 Participantes. El grupo A fue conformado por 76 estudiantes de grado (28% mujeres y 72% hombres) inscritos en la asignatura de Estática en el periodo octubre 2015 - febrero 2016, quienes recibieron 13 clases con el método clase invertida (una semanal). El grupo recibió clases los días jueves de 12:30 a 16:30.

2.1.2 Contenido de la asignatura. Se realizaron nueve videos, con duración entre 26 y 60 minutos, disponibles durante todo el curso, complementados con ejercicios de cálculos matemáticos, tanto en clase como fuera de ella. Luego de revisar el video, se pidió a los estudiantes otorgar una calificación en una escala del 1 al 5 (5= más alto, 1= más bajo). Para crear los videos, en primer lugar se diseñaron y elaboraron diapositivas del tema (con fundamentos teóricos y ejercicios), y luego se les agregó el audio correspondiente. Para ello se utilizó Microsoft PowerPoint y fueron subidos a la plataforma de Youtube, en la cuenta del instructor, catalogados como ocultos (no se pueden encontrar con

el buscador), con el fin que solo los estudiantes del Grupo A accedieran y las estadísticas no se tergiversaran.

2.1.3 Aplicación del modelo clase invertida. Los estudiantes revisaron previamente a la clase semanal, la respectiva conferencia pre-grabada en video, subida a la plataforma YouTube y compartida a través del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) de la universidad. Durante la sesión presencial realizaron ejercicios dirigidos, tareas individuales y/o grupales de refuerzo⁵, además de test de control aleatorio de la revisión de los videos al iniciar la sesión. Posteriormente, se envió un trabajo para realizarse en casa, entregable en la siguiente clase. La tutoría semanal de 1h, fue destinada a revisar algunos ejercicios no resueltos en el trabajo extra-clase y conceptos relacionados con el tema.

A los controles de lectura y los trabajos extra-clase se les asignaron un peso de 10% de la nota final del curso. Cada tres semanas se tomaron exámenes para evaluar el progreso, con un peso del 20% de la nota final del curso, y cada dos meses, un examen de conocimientos acumulados en ese tiempo por el 60% de la nota final del curso. En el resto de la nota, se incluyeron los trabajos en clase y el uso del EVA.

2.1.4 Recolección de datos. Los datos para la obtención de resultados fueron recolectados mediante dos herramientas: encuestas a los estudiantes y sus calificaciones finales del curso. La encuesta⁶ fue llenada por 75 de ellos, de manera opcional y anónima. El docente

5 Las tareas individuales de resolución de ejercicios sirvieron para que los estudiantes evaluaran su propio progreso, mientras que las tareas grupales, mejoraron sus habilidades colectivas de resolución de problemas.

6 1. Del 1 al 10, donde 1 es el valor más bajo y 10 el valor más alto, ¿cuántos puntos usted le daría al método de clase invertida aplicado en Estática?

2. De 0 a 10, donde 1 es el valor más bajo y 10 el valor más alto, ¿cuánto del aprendizaje de la materia considera que fue realizado por usted?

3. Responda según corresponda (Entre 1 y 5, correspondiente a En desacuerdo, Parcialmente en desacuerdo, Ni de acuerdo, ni desacuerdo, Parcialmente de acuerdo, De acuerdo, respectivamente):

- El método de clase invertida fue aplicado correctamente.
- En las tareas extra-clase, el número de ejercicios fue adecuado.
- En clase, el número de ejercicios fue adecuado.
- Las otras actividades realizadas en clase fueron suficientes.
- Los videos facilitaron la construcción de su aprendizaje.
- Se sugiere que este método sea utilizado en otras materias de Ingeniería Civil.
- El método de clase invertida es mejor que el método tradicional.
- Sin las tutorías de 1h, los resultados de aprendizaje serían los mismos.

4. ¿Cuánto considera usted que debería durar un video de la clase de Estática?

5. Generalmente, el número de veces revisó un video fue: a) Menos de una, b) Una, c) Dos, d) Tres o más

6. Usualmente, usted revisó los videos: a) Durante el día de la clase, b) Un día antes de la clase, c) Dos días antes de la clase, d) Tres días o más antes de la clase, e) Luego de la clase, f) No los revisé.

7. Usualmente, ¿a qué hora del día revisó los videos?

8. De todos los videos, ¿cuántos no los revisó antes de las clases presenciales?

9. ¿Qué sugerencias propone para mejorar la aplicación del método?

también recolectó información durante diversos momentos en clase (estudiantes resolviendo los ejercicios sin ayuda, estudiantes resolviendo los ejercicios sin conocer el concepto principal del tema, etc.), mientras las calificaciones finales del curso fueron el resultado de las actividades realizadas por el estudiante durante el semestre.

2.2 Método tradicional

2.2.1 Participantes. El grupo B (control) formado por 46 estudiantes (34% mujeres y 66% hombres) cursaron la asignatura con el método tradicional durante el periodo abril – agosto 2015, con clases los jueves de 07:00 a 11:00.

2.2.2 Contenido de la asignatura. El contenido fue similar al del grupo A, sin embargo, solo en las clases presenciales se utilizaron las diapositivas realizadas en Microsoft PowerPoint sin audio.

2.2.3 Aplicación del modelo tradicional. Los estudiantes debían revisar, previamente a la clase semanal, el libro guía acerca del tema correspondiente en esa semana. En algunos casos, al inicio de la sesión presencial, se tomaron controles de lectura con el fin de conocer si los estudiantes revisaron el tema. Durante la clase presencial, el instructor daba una clase magistral y luego de ella los estudiantes realizaban ejercicios dirigidos y tareas individuales y/o grupales. Posteriormente, se envió un trabajo extra-clase, el cual debía ser entregado en la siguiente clase. La tutoría semanal de 1h, fue destinada a revisar algunos ejercicios no resueltos en el trabajo extra-clase y conceptos relacionados con el tema. La forma de evaluación, así como los pesos de cada actividad para la calificación final, fueron similares a las utilizadas en la clase invertida.

2.2.4 Recolección de datos. En este grupo se recolectaron únicamente las calificaciones finales del curso.

3. Resultados y discusión

3.1 Método clase invertida

La Tabla 1 muestra los 13 temas tratados durante el curso, la duración de los videos y la calificación dada por los estudiantes participantes, además de la cantidad de ejercicios realizados en clase y extra-clase. Puede notarse que la mayoría de estudiantes dio una calificación aceptable para los nueve videos realizados.

Tabla 1. Descripción de las conferencias pre-grabadas y sus calificaciones por parte de los estudiantes y el número de ejercicios de cálculo dados por cada tema (m: promedio, IC: intervalo de confianza ($\alpha = 0,05$), - no aplica)

Semana	Tema	Duración del video	Calificación de los estudiantes	Número de ejercicios de cálculos matemáticos		
		hh:mm:ss	m \pm IC	En clase	Extra-clase	Total
1	Introducción	-	-	-	-	-
2	Vectores fuerza (parte 1)	0:30:00	4,7 \pm 0,1	4	7	11
3	Vectores fuerza (parte 2)	0:29:46	4,6 \pm 0,1	3	9	12
4	Sistema de fuerzas resultantes (parte 1)	1:06:24	4,7 \pm 0,2	6	5	11
5	Sistema de fuerzas resultantes (parte 2)	1:01:12	4,7 \pm 0,2	3	5	8
6	Equilibrio	0:57:46	4,6 \pm 0,2	8	8	16
7	Examen bimestral	-	-	-	-	-
8	Análisis estructural (parte 1)	0:42:42	4,6 \pm 0,1	3	6	9
9	Análisis estructural (parte 2)	0:26:25	4,6 \pm 0,1	4	5	9
10	Centro de gravedad y centroide	1:08:59	4,5 \pm 0,2	6	6	12
11	Momentos de inercia	0:40:00	4,6 \pm 0,2	4	10	14
12	Repaso	-	-	-	-	-
13	Examen bimestral	-	-	-	-	-

En cuanto a la revisión de los videos, el 74% de los estudiantes dijeron haberlos observado casi todos (7-9 videos) y cerca de la mitad (44%) los vieron entre las 19-21 horas, quizás porque a esa hora finalizaban sus horarios académicos. Respecto a la duración de los videos, el 74% consideró que deberían estar alrededor de 40 minutos. La mayoría de estudiantes (60%) vieron los videos antes de las clases presenciales y más de una vez (66%), tal como se ve en la Figura 1, cuyos resultados fueron contrastados con las estadísticas de visualizaciones de los videos dadas por *YouTube*.

Además, se nota que la clase número 4 fue la más vista, en oposición a las 8 y 9. En el primer bimestre, las visualizaciones promedio, decrecieron conforme se acercaba al examen bimestral, sin embargo, en el segundo bimestre sucede lo contrario, posiblemente debido a que los estudiantes se acostumbraron al método o los temas fueron más fáciles que los dictados en la primera parte del curso. Al margen de estas tendencias, todos los videos fueron observados más de una vez, lo cual ratifica que una clase tipo conferencia no es suficiente y resalta la importancia de tener el material disponible de forma permanente.

Con respecto a las actividades en clase, la mayoría consideró que los ejercicios (en clase y extra-clase) fueron adecuados, así como también su cantidad ($4,3 \pm 0,3$, 1=desacuerdo, 5= de acuerdo). A partir de que las actividades de resolución de ejercicios extra-clase y las estadísticas de las visualizaciones de los videos, se sugiere un máximo de 10 ejercicios por semana, para evitar sobrecargadas.

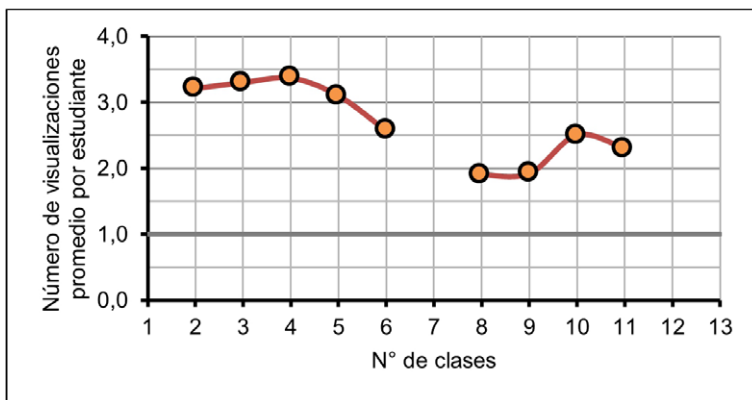


Figura 1. *Número de visualizaciones promedio de los videos por estudiantes y por clase provenientes de YouTube*

Para identificar la influencia de los videos sobre la calificación final, se realizó la Figura 2, de donde podría decirse que en general, las calificaciones aumentan cuando el porcentaje de visualizaciones también aumentan. Es interesante ver que las puntuaciones máximas en cada grupo de porcentajes, decrecen conforme se disminuyen los porcentajes de visualización, es decir, quien observó todos los videos obtuvo la calificación más alta de todo el grupo, y esta va decreciendo conforme la reducción en el porcentaje de visualización de videos. No obstante, en cada grupo de porcentajes, existe una alta dispersión, por lo que la visualización de los videos no tiene similar influencia sobre los estudiantes, pues entre quienes vieron todos los videos hubo estudiantes con el mayor puntaje, también hubo con notas muy inferiores, señalando que existen otras variables incidentes en las calificaciones, no detectadas en el estudio.

En general, el modelo de clase invertida fue bien recibido, con $8,3 \pm 1,4$ (1=mínimo, 10=máximo). Así mismo, los estudiantes consideraron que aprendieron por sí mismos ($7,8 \pm 0,3$), mostrando que el modelo favorece el aprendizaje autónomo.

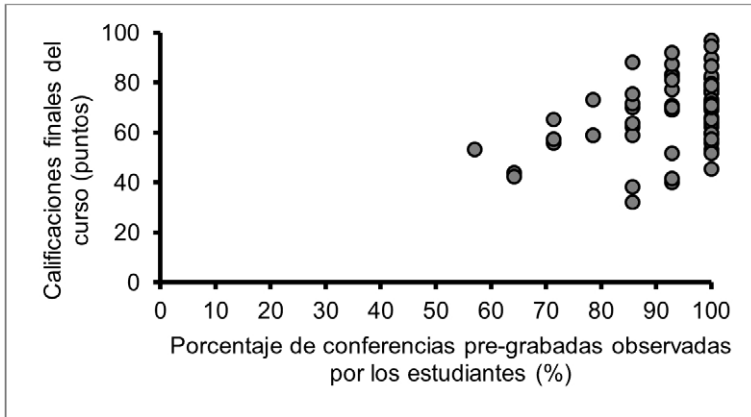


Figura 2. Calificaciones finales del Grupo A versus los porcentajes de conferencia observadas por los estudiantes.

3.2 Comparación entre las calificaciones del método clase invertida y el tradicional

Las calificaciones finales de la asignatura, tanto para el grupo A como para el grupo B, se muestran en la Figura 3. El promedio de calificaciones con el método tradicional (grupo B) fue de 58,4 puntos (de = 13,7) y el promedio de calificaciones con el método de clase invertida (grupo A) fue de 64,2 puntos (de = 15,4), cuyo valor fue estadísticamente más alto que con el método tradicional ($p = 0,039$) al 95% de confiabilidad. Este resultado se obtuvo a partir de los análisis de varianza (ANOVA),

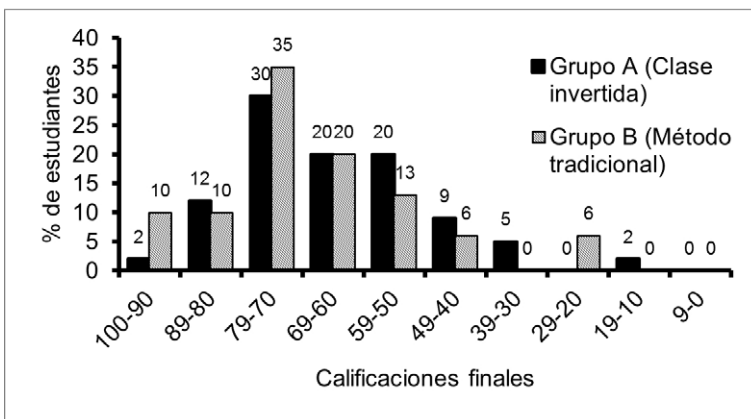


Figura 3. Calificaciones finales de los dos grupos. Grupo A: estudiantes con el método de clase invertida y Grupo B: estudiantes con el método tradicional.

asumiendo que los datos son paramétricos. También se observa que aunque los estudiantes del grupo A hayan tenido una mayor calificación, el porcentaje de aprobación (>70 puntos) fue más bajo (44%) que los del método tradicional (55%). Esto no se le puede atribuir a la aplicación del método clase invertida, dado que se evidencian resultados favorables, por lo tanto, posiblemente se deba a la heterogeneidad, dado que cuando se trata de personas, es muy difícil tener dos muestras de iguales características y absolutamente comparables.

3.3 Discusión de resultados

Puede esperarse que los estudiantes que cursaron la asignatura con el método de la clase invertida (Grupo A) no presentarán las deficiencias detectadas en los cursos superiores de Estructuras y Geotecnia. Sin embargo, un estudio longitudinal con ellos arrojaría resultados fundamentados. A pesar de dicha limitación, se obtuvieron resultados interesantes y replicables en estudios similares.

En primer lugar, los estudiantes recibieron de buena manera al método de clase invertida, lo cual no difiere de lo encontrado por Bishop & Verleger (2013, 10) en su análisis de 24 estudios que utilizaron el método de clase invertida. Esto posiblemente se deba a que este método está acorde con las habilidades y necesidades tecnológicas de los jóvenes, además, de aportar en la construcción de su propio conocimiento y fomento de autonomía. Estas competencias lo pueden llevar a ser un mejor estudiante y sobretodo un mejor profesional.

Con respecto a los videos, los estudiantes sugirieron que debieran tener una duración alrededor de 40 minutos, lo que concuerda con las recomendaciones de productos cortos hecha por Milman (2012) y Webster et al. (2014, 485), de 20 minutos por DiRienzo & Lilly (2014) y de hasta una hora por Sohrabi & Iraj (2016, 518). Su visualización se redujo al acercarse el examen del primer bimestre, por lo que se recomienda máximo 10 ejercicios por tema, acogiendo la sugerencia entre 5 y 15 por unidad dada por Fredericks et al. (2013, 4), para propiciar tiempo suficiente destinado a revisar la conferencia pregrabada de la próxima clase.

Por otro lado, el promedio final de quienes cursaron la asignatura con el método de clase invertida fue de 64/100 puntos, coherente con 79/100 reportado por Bates & Galloway (2012, 4) y 58/100 de Lee et al. (2015, 9), estadísticamente mayores a los grupos con el método tradicional, ratificado por Webster et al. (2014, 485), en el curso de Mecánica de Fluidos, donde con el método de clase invertida se obtuvo 7,25 puntos

más que con el método tradicional. Así mismo, a pesar de que para esta investigación solo tuvo 122 participantes, sus datos muestran similitud con otros estudios del área, los cuales que tuvieron entre 26 y 680 estudiantes (Bates & Galloway, 2012, 3; Fredericks et al., 2013, 5 y Lee et al., 2015, 5).

La clase invertida con respecto al método tradicional ofrece múltiples beneficios a docentes y estudiantes, ya que la función del docente no es transferir los conocimientos, sino, según Barr & Tagg (1995, 15), crear un ambiente en donde los estudiantes descubran y construyan el conocimiento por ellos mismos⁷. Lo anterior se une a los ritmos y estilos de aprendizaje (Barr & Tagg, 1995, 19), que hace insuficiente la clase tipo conferencia, cuando, como señala Bland (2006, 11.223.4) se pretende un aprendizaje permanente, informal o experiencial, motivado por las necesidades del mundo real.

4. Conclusiones

La investigación presenta una alternativa al método tradicional, donde se incorporan las TIC como elemento valioso, cuando se desea que los estudiantes desarrollen competencias y no solo adquieran conocimiento. El método de la clase invertida favoreció el trabajo autónomo y la participación activa en su formación universitaria, gracias a que debían ver las conferencias pregrabadas antes de las clases. Luego, en las clases presenciales, pudieron aplicar esos conocimientos en resolución de problemas y posteriormente, se reforzaron con otras actividades extra-clase. Es decir, el estudiante estuvo inmerso en tres etapas académicas: antes, durante y después de la clase.

Las conferencias pregrabadas deben ser cortas (≈ 40 min) y disponibles durante todo el curso, así el estudiante no se aburrirá de ellas y podrá verlas cuando pueda y las veces que sean necesarias. Además, su contenido claro ayuda en la comprensión de los temas para

7 «El rol del profesor se ha transformado en el nuevo escenario (caracterizado por la incorporación de las TIC unida al proceso centrado en el aprendizaje y el tratamiento interdisciplinario de la información): llegando a constituirse básicamente [2] en formar un alumno autónomo capaz de aprender a aprender (obtener y organizar información), distinguir hechos y ficciones (a partir de la valoración de fuentes, correlaciones, causalidades, afirmaciones y supuestos), identificar y desarrollar soluciones poco convencionales, formarse una opinión fundamentada y defenderla, resolver problemas de forma autónoma y tener un comportamiento responsable, o sea "más que enseñar, se trata de hacer aprender... de concentrarse en la creación, la gestión y la regulación de situaciones de aprendizaje"[2]». (Vargas & Vega, 2015, 45).

luego resolver problemas de cálculo y, como consecuencia, obtener calificaciones que les permite aprobar el curso.

En las actividades en clase, en el método de clase invertida, se potenció el aprendizaje pues los estudiantes resolvieron problemas de cálculo relacionados con el tema de la semana, pudieron solventar sus inquietudes con el instructor (dado que no se puede hacer durante las conferencias pregrabadas) y aprender de sus pares al trabajar en equipo. De igual manera, las tareas extra-clase permitieron, en caso de surgir inquietudes, los estudiantes podían asistir a la tutoría para resolverlas.

Este estudio tiene varias limitaciones: - solo hubo un grupo para comparar el método de clase invertida con la clase tradicional, por lo que un mayor número de grupos podría sobresalir más elementos que se deben tomar en cuenta al utilizar estos métodos de enseñanza-aprendizaje, - se priorizó el grupo con los estudiantes que recibieron el curso con el método de clase invertida, sin embargo, hubiera sido interesante recolectar mayor información del método tradicional para analizar y comparar su experiencia de aprendizaje, - no se conoce si los dos grupos son muestras homogéneas, dado que no se recolectaron detalles adicionales (expediente académico, situación laboral, estado civil, gusto por la carrera, etc.) de los participantes, que pueden influir en su desempeño académico.

A pesar de estas limitaciones, el estudio permite una visión general de la aplicación método de la clase invertida en la asignatura de Estática en Ingeniería Civil: - los estudiantes la acogen positivamente, se vuelven más independientes y asumen activamente su aprendizaje, lo cual se refleja en las notas finales, - las conferencias pregrabadas exigen al docente una mayor preparación dado que lo que enseña será registrado y compartido entre los estudiantes, - los videos pueden ser utilizadas en futuros cursos de la asignatura, por lo que el docente tendrá más tiempo para planificar actividades en clase y extra-clase más atractivas, y - ofrece múltiples beneficios que pueden ser explorados y extendidos en cursos relacionados con la física y matemática.

5. Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt) de la República del Ecuador y a la Universidad Técnica Particular de Loja por la ayuda otorgada para el desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- BARR, Robert B. & TAGG, John (1995). From Teaching to Learning: A New Paradigm for Undergraduate Education [online]. In: Change: The Magazine of Higher Learning, Vol. 27, No. 6 (nov). Abingdon-on-Thames (UK): Taylor & Francis. p. 12-26. ISSN: 1939-9146. <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00091383.1995.10544672>>, <<http://dx.doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672>>, [consult: 10/05/2016].
- BATES, Simon & GALLOWAY, Ross (2012). The inverted classroom in a large enrolment introductory physics course: a case study [online]. In: Higher Education Academy STEM Conference (12-13/04/2012). London (England, UK): Higher Education Academy. <https://www2.ph.ed.ac.uk/~rgallowa/Bates_Galloway.pdf> [consult: 20/05/2016]
- BERGMANN, Jonathan & SAMS, Aaron (2014). Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day. Alexandria (VA, USA): ISTE and ASCD. 122 p. ISBN: 9781564843159.
- BISHOP, Jacob & VERLEGER, Matthew A. (2013). The Flipped Classroom: A survey of the Research [online]. In: 120th ASEE Annual Conference & Exposition (23-26/06/2013). Atlanta (GA, USA): ASEE. 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, p. 23.1200.1-23.1200.18 ISSN: 2153-5965 <<https://peer.asee.org/the-flipped-classroom-a-survey-of-the-research>> [consult: 19/07/2018]
- BLAIR, Nancye (2012). Technology integration for the new 21st century learner: Today's students need educators to re-envision the role of technology in the classroom [online]. In: Principal, Technology (jan-feb). Alexandria (VA, USA): National Association of Elementary School Principals, NAESP. p. 8-11. ISSN 0271-6062 <<https://www.naesp.org/principal-januaryfebruary-2012-technology/technology-integration-new-21st-century-learner>> [consult: 13/06/2017].
- BLAND, Larry (2006). Applying flip/inverted classroom model in electrical engineering to establish life-long learning [online]. In: ASEE Annual Conference & Exposition (18-21/06/2006). Chicago (IL, USA): ASEE. 2006 Annual Conference & Exposition. p. 11.223.1-11.223.11. ISSN: 2153-5965 <<https://peer.asee.org/applying-flip-inverted-classroom-model-in-electrical-engineering-to-establish-life-long-learning>> [consult: 26/07/2018]
- BLASCO-SERRANO, Ana Cristina; LORENZO LACRUZ, Juan & SARSA, JAVIER (2018). Percepción de los estudiantes al 'invertir la clase' mediante el uso de redes sociales y sistemas de respuesta inmediata [en línea]. En: RED, Revista de Educación a Distancia, No. 57(6). Murcia (España): Universidad de Murcia. p. 1-19. e-ISSN: 1578-7680 <<http://dx.doi.org/10.6018/red/57/6>>, <http://www.um.es/ead/red/57/blasco_et_al.pdf>, <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6490641.pdf>> [consulta: 18/07/2018]
- BONWELL, Charles & EISON, James (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. Somerset (NY, USA): John Wiley & Sons Inc. 128 p. ISBN: 978-1-878380-08-1.
- BUTT, Adam (2014). From Student views on the use of a flipped classroom approach: Evidence from Australia [online]. In: Business Education & Accreditation, Vol. 6, No. 1 (oct). Hilo (HI, USA): Institute for Business and Finance Research. p. 33-43. ISSN: 1944-5903. <<http://dx.doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672>>, <<https://ssrn.com/abstract=2331010>> [consult: 10/05/2016].
- DIRIENZO, Cassandra & LILLY, Gregory (2014). Online Versus Face-to-Face: Does Delivery Method Matter for Undergraduate Business School Learning? [online]. In: Business Education & Accreditation, Vol. 6, No. 1 (Oct.). Hilo (HI, USA): Institute for Business and Finance Research. p. 1-12. ISSN: 1944-5903. <<https://ssrn.com/abstract=2330975>> [consult: 20/05/2016].
- ENFIELD, Jacob (2013). Looking at the Impact of the Flipped Classroom Model of Instruction on Undergraduate Multimedia Students at CSUN [online]. In: TechTrends, Vol. 57, No. 6 (nov). New York (NY, USA): Springer. p. 14-27. ISSN: 1559-7075. <<http://doi.org/10.1007/s11528-013-0698-1>>, <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11528-013-0698-1>> [consult: 10/05/2016].
- FÉRRIZ VALERO, Alberto; SEBASTIÀ AMAT, Sergio & GARCÍA MARTÍNEZ, Salvador (2017). Clase invertida como elemento innovador en Educación Física: Efectos sobre la motivación y la adquisición de aprendizajes en Primaria y Bachillerato. En: ROIG VILA, Rosabel (coord.). Investigación en docencia universitaria: Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa. p. 211-222. ISBN: 978-84-9921-935-6.
- FREDERICKS, Colin; RAYYAN, Saif; TEODORESCU, Raluca; BALINT, Trevor; SEATON, Daniel & PRITCHARD, David (2013). From flipped to open instruction: The mechanics online course [online]. In: Sixth Conference of MIT's Learning International Network Consortium, LINC (16-19/06/2013). Cambridge (MA, USA): Massachusetts Institute of Technology, MIT. Proceedings of the LINC'2013, Session #5: Technology-Enabled Education Applied to Academic Courses: Science, Engineering and Mathematics. <https://jwel.mit.edu/sites/mit-jwel/files/assets/files/linc_proceedings_2013_130616.pdf> [consult: 12/10/2017]
- HIBBELER, Russel (2010). Engineering Mechanics Statics. London (UK): Pearson. 655 p. ISBN: 978-0136077909.

- LAGE, Maureen; PLATT, Glenn & TREGLIA, Michael (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment [online]. In: *The Journal of Economic Education*, Vol. 31, No. 1 (mar). Abingdon-on-Thames (UK): Taylor & Francis. p. 30-43. ISSN: 1559-7075. <<http://doi.org/10.1080/00220480009596759>>, <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220480009596759>> [consult: 10/05/2016].
- LEE, Luke S.; HACKETT, Rachelle Kist & ESTRADA, Héctor (2015). Evaluation of a Flipped Classroom in Mechanics of Materials. In: *122nd ASEE Annual Conference & Exposition (14-17/06/2015)*. Seattle (WA, USA): American Society for Engineering Education, ASEE. Proceedings of the ASEE'2015, Paper ID #11392. ISBN: 9781510821781. <<https://www.asee.org/public/conferences/56/papers/11392/download>> [consult: 18/05/2017]
- LEMLEY, Evan C.; JASSEMNEJAD, Baha; JUDD, Eric; RING, Brock Philip; HENDERSON, Andrew Wayne & ARMSTRONG, Grant M. (2013). Implementing a flipped classroom in thermodynamics. In: *120th ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings (23-26/06/2013)*. Atlanta (Georgia, USA): American Society for Engineering Education, ASEE. Proceedings of ASEE'2013, Paper ID #7815. p. 23.703.1-23.703.8. ISSN: 2153-5965. <<https://www.asee.org/public/conferences/20/papers/7815/view>> [consult: 18/05/2017]
- LOVE, Betty; HODGE, Andy; GRANDGENETT, Neal & SWIFT, Andrew (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course [online]. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 45, No. 3 (sep). Abingdon-on-Thames (UK): Taylor & Francis. p. 317–324. ISSN: 1559-7075. <<http://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>>, <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0020739X.2013.822582>> [consult: 15/05/2016].
- MILMAN, Natalie B. (2012). The Flipped Classroom Strategy: What is it and how can it be used? [online]. In: *Distance Learning*, Vol. 9, No. 3 (jan). Charlotte (NC, USA): Information Age Publishing, Inc. p. 85–87. ISSN: 1528-3518. <<http://www.infoagepub.com/dl-issue.html?i=p54c10e3d20eab>>, <<https://8461cuttingedgetechteam.wikispaces.com/file/view/The+flipped+classroom+strategy.pdf>> [consult: 18/05/2016].
- PRINCE, Michael (2004). Does active learning work?: A review of the research [online]. In: *Journal of Engineering Education*, Vol. 93, No. 3 (jul). Washington (USA): Blackwell Publishing Ltd. p. 223–232. ISSN: 2168-9830. <<http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>>, <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x/abstract>> [consult: 19/05/2016].
- RIVERO-GUERRA, Aixa O. (2018). Práctica de Laboratorio de Granos de Almidón en un Curso de Universitario de Botánica General: una experiencia de clase invertida [en línea]. En: *Formación universitaria*, Vol. 11, No. 1 (feb). La Serena (Chile): Centro de Información Tecnológica p. 87-104. e-ISSN: 0718-5006. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100087>>, <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v11n1/0718-5006-formuniv-11-01-00087.pdf>> [consulta: 20/04/2018]
- ROEHL, Amy; REDDY, Shwetana Linga & SHANNON, Gayla Jett (2013). The flipped classroom: An opportunity to engage millennial students through active learning strategies [online]. In: *Journal of Family & Consumer Sciences*, Vol. 105, No. 2. Alexandria (VA, USA): American Association of Family & Consumer Sciences, AAFCS. p. 44-49. e-ISSN: 2331-5368. <<https://pdfs.semanticscholar.org/daa3/b94cdc7b52b3381a7c7e21022a7a8c005f84.pdf>>, <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1045858>> [consult: 19/05/2016].
- SOHRABI, Babak & IRAJ, Hamideh (2016). Implementing flipped classroom using digital media: A comparison of two demographically different groups' perceptions [online]. In: *Computers in Human Behavior*, Vol. 60. Cambridge (MA, USA): Elsevier Inc. p. 514–524. ISSN: 0747-5632. <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.056>>, <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563216301145>> [consult: 19/07/2017]
- TUCKER, Bill (2012). The Flipped Classroom [online]. In: *Education Next*, Vol. 12, No. 1 (winter). Cambridge (MA, USA): Harvard Kennedy School. p. 82-83. ISSN: 1539-9664. <http://educationnext.org/files/ednext_20121_BTucker.pdf> [consult: 20/05/2016].
- TUNE, Johnathan; STUREK, Michael & BASILE, David (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology [online]. In: *Advances in Physiology Education*, Vol. 37, No. 4 (Dec.). Bethesda (MD, USA): American Physiological Society. p. 316–320. ISSN: 1043-4046. <<http://doi.org/10.1152/advan.00091.2013>>, <<http://advan.physiology.org/content/37/4/316>> [consult: 20/05/2016].
- VARGAS GARCÍA, Dolly & VEGA, Omar Antonio (2015). Acercamiento al perfil de uso de TIC por docentes en el sector rural colombiano [online]. En: *Revista Redes de Ingeniería*, Vol. 6, No. 2 (jul-dic). Bogotá (Colombia): Universidad Distrital Francisco José de Caldas. p. 44-53. ISSN: 2248-762X <<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/REDES/article/view/9114/11343>>, <<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2015.2.a05>>, [consulta: 18/10/2017]
- VEGA, Omar Antonio (2016). De las TIC en la educación a las TIC para la educación [en línea]. En: *Vector*, Vol. 11 (ene-dic). Manizales (Colombia): Universidad de Caldas. p. 24-29. ISSN: 1909-7891. <http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector11_4.pdf> [consulta: 10/10/2017]

WEBSTER, Donald R.; MAJERICH, David M. & LUO, J. (2014). Flippin' Fluid Mechanics – Quasi-experimental pre-test and post-test comparison using two groups [online]. In: 67th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (23-25/11/2014). San Francisco (CA, USA): APS. Bulletin of the American Physical Society, Vol. 59, No. 20 New York (NY, USA): American Institute of Physics for the American Physical Society. ISSN: 0003-0503 <<http://meetings.aps.org/Meeting/DFD14/Session/M33.5>>, <http://flux.aps.org/meetings/YR14/DFD14/all_DFD14.pdf> [consult: 20/05/2016]