

APRENDIZAJE ACTIVO PARA FUTUROS DOCENTES DE FÍSICA: ESTRATEGIAS EN UN CURSO DE DIDÁCTICA

HERNANDEZ, CARLA ⁽¹⁾; TECPAN, SILVIA ⁽²⁾; OSORIO, ANA MARIA ⁽³⁾

^{1,2} Universidad de Santiago de Chile

³ Universidad Estadual Paulista, Sao Paulo, Brasil

¹ carla.hernandez.s@usach.cl

² silvia.tecpan@usach.cl

³ amoa@fct.unesp.br

RESUMEN

El presente trabajo expone el diseño, implementación y resultados de una estrategia de innovación metodológica aplicada como piloto a un curso de didáctica para futuros profesores de física en Chile. El objetivo fue integrar actividades de aprendizaje activo en el aula con estilo de Flipped Classroom (clase invertida), para que los futuros docentes diseñaran clases de física sobre contenidos conceptualmente conflictivos, y de ese modo se enfrentasen a ellos desde el rol de profesor, estudiante y par evaluador en las clases de sus compañeros. De este modo, sus modelos conceptuales sobre física entraron en conflicto, surgieron nuevas visiones sobre cómo abordar la docencia a futuro en sus aulas y valoraron las estrategias de aprendizaje activo a pesar de las dificultades detectadas en su implementación.

Palabras clave: aprendizaje activo, formación del profesorado, enseñanza de la física.

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

El rol de la formación del profesorado y los problemas que conlleva, se ha considerado como un aspecto relevante y necesario de abordar para lograr los fines educativos propuestos por las organizaciones internacionales en la actualidad (OEI, 2008). Frente a esto, surge el problema y la necesidad de establecer nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje para la Formación Inicial Docente (FID) que apunten al desarrollo de un profesor integral y competente, acorde a los nuevos desafíos de la Educación actual.

En coherencia, debemos considerar que en los últimos 25 años se han desarrollado metodologías más específicas para la enseñanza de la Física, que promueven el aprendizaje activo (Redish, 2003) y que han logrado incrementar el aprendizaje de los estudiantes de manera significativa en comparación con el alcanzado a través de métodos convencionales centrados en el profesor y en el contenido (Hake, 1998).

Sin embargo, los futuros profesores construyen ciertas ideas respecto a lo que es enseñar y cómo enseñar el conocimiento disciplinar aprendido como estudiantes, las cuales provienen básicamente de los modelos tradicionales con los cuales han sido formados y que constituyen el referente con el cual se enfrentarán al aula en el futuro. Por lo tanto, no hay instancia durante su formación docente para que puedan cuestionar lo aprendido, o cómo enseñarlo después, ya que les resulta sencillo replicar los ejemplos, ejercicios y estrategias conocidas.

Lo anterior nos lleva a plantear como hipótesis que los futuros profesores pueden superar sus propias dificultades de comprensión disciplinar o conceptuales, cuando se enfrentan al desafío de elaborar una transposición didáctica que les permita enseñar el contenido conflictivo mediante estrategias de aprendizaje activo, lo cual es factible de realizar en un curso de didáctica que pretende ser el espacio donde la disciplina y su enseñanza convergen.

APRENDIZAJE ACTIVO Y ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Los métodos de enseñanza convencionales, basados en transmisión y recepción, han demostrado ser poco efectivos en el aprendizaje, incluso en universidades de gran prestigio y con estudiantes sobresalientes (Powell, 2003).

La solución que hoy se plantea para mejorar el aprendizaje en toda disciplina, es utilizar metodologías que promuevan el aprendizaje activo de los estudiantes.

Se entiende por Aprendizaje Activo el proceso en el que los estudiantes realizan actividades (lectura, resolución de problema, debate, discusión, práctica de laboratorio, etc.) que promuevan el análisis, la síntesis y la evaluación, de acuerdo a la definición dada por el Center for Research on Learning and Teaching de la Universidad de Michigan¹.

Algunas de estas metodologías efectivas aplicables al aprendizaje de la Física en el nivel universitario son Tutoriales en Física Introductoria (McDermott y Shaffer, 2001), Clases Interactivas Demostrativas (Sokoloff y Thornton, 2004), Instrucción por pares (Mazur, 1997), Aprendizaje Basado en Indagación (Anderson, 2007) e Instrucción por Modelación

¹ <http://www.crlt.umich.edu/tstrategies/tsal> (Última visita, 17 de Agosto de 2015).

(Hestenes, 1987). Cada una de las metodologías mencionadas han demostrado alcanzar ganancias en el entendimiento conceptual que al menos doblan las alcanzadas con métodos tradicionales (Hake, 1998).

Para favorecer las estrategias de aprendizaje activo, se plantea en la presente propuesta enmarcar el curso de Didáctica en un modelo de “Clase Invertida” que básicamente consiste en emplear el tiempo fuera del aula en realizar determinados procesos de aprendizaje que tradicionalmente se hacen dentro de la misma y, por su parte, dentro del aula, con la presencia, guía y experiencia del docente, el tiempo se emplea en potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos (Sánchez, et al. 2014).

La versatilidad que supone una clase invertida proviene del uso que podemos dar al tiempo de clases y a la posibilidad de cambiar el rol que históricamente se han asignado a profesores y alumnos en un contexto de aula tradicional (Anderson, 2007), potenciando además la incorporación de herramientas TIC como apoyo a la docencia.

El material diseñado para el curso previamente, permite que el estudiante aprenda y refuerce los contenidos a su propio ritmo ya que, en palabras de Shapiro (2013) “puede visualizar/leer tantas veces como lo necesite, a diferencia de una clase tradicional en la que el estudiante, si por cualquier motivo pierde parte de la conferencia/charla del profesor, generalmente no tiene posibilidad de recuperar la información perdida”.

FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Lo que hasta ahora caracteriza a la formación del profesorado ha sido la tradición de un programa de estudios constituido por el conocimiento disciplinar que reúne las teorías, leyes y conceptos físicos; y por otra parte, el conocimiento pedagógico que reúne las teorías en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Muchas veces ambos conocimientos se entregan dentro de una institución de manera separada, en paralelo (Benegas, *et al.*, 2013).

Este tipo de formación podría contribuir efectivamente a mejorar el nivel de contenido disciplinar y pedagógico por separado, sin embargo, un profesor requiere la integración de ambos aspectos para que logre desarrollar en sus estudiantes todo lo que el sistema le exige. Basta una revisión superficial a los programas curriculares para carreras de pedagogía en física de Chile, y en muchos países de Latinoamérica, para darnos cuenta de que el conocimiento disciplinar es enseñado en cursos paralelos a los de contenido pedagógico. Esta disociación se contrapone con una visión integradora de la formación inicial donde se potencie el Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) y que considere además el conocimiento curricular en contexto (Mestre, 2001; Garritz y Trinidad-Velazco, 2004, Etkina, 2010).

Según Benegas *et al.* (2013) los cursos de formación docente en física deberían; favorecer una comprensión práctica de los principios de la física y una comprensión práctica de los procesos básicos del aprendizaje de la física, además de familiarizar al participante con las nuevas metodologías de enseñanza para el aprendizaje activo de la física (o al menos con alguna de ellas).

Se coincide con los autores en que la primera condición, a pesar de parecer evidente, no se cumple a cabalidad. Investigaciones sobre conocimiento disciplinar del profesorado han demostrado que aún después de recibir una instrucción universitaria en la disciplina, existe una persistencia en los modelos alternativos propios de la física básica (McDermott y Shaffer, 2001).

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo exploratoria y utiliza una metodología mixta que permite alcanzar mayor riqueza interpretativa. El diseño es ex post facto transeccional (Hernández *et al.*, 2006).

Participantes

Como objeto de estudio para la implementación piloto, se investigó a 30 futuros profesores del 6° semestre de la carrera Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile. Sin embargo, para los análisis sólo se pudieron considerar 25 ya que los demás no asistieron a rendir el post test cuando correspondía.

Recolección de datos

Para recolectar información se han contemplado 4 etapas principalmente:

1. *Conocimiento disciplinar y pedagógico de los futuros docentes*

Para conocer el grado de conocimiento disciplinar sobre tópicos de mecánica básica que tienen los futuros docentes, se utilizó como instrumento el test sobre Conceptos de Fuerza (Force Concept Inventory - FCI) que plantea 30 preguntas de selección múltiple elaboradas para conocer el grado de comprensión de los conceptos básicos de la física newtoniana (Hestenes, Wells y Swackhamer, 1992).

En un curso disciplinar de física, consideraríamos que aplicar el test previo a la instrucción (pre-test) sería una medida del conocimiento previo que tienen los alumnos del curso y la medida final, o post-test, representaría el aprendizaje después de la instrucción. Sin embargo y dado que los distractores de este test responden a las principales dificultades conceptuales conocidas en torno al tema, los resultados obtenidos en el pre-test nos permitieron identificar las principales dificultades conceptuales y modelos alternativos de los futuros docentes en torno a los temas de fuerza y movimiento, considerando que ya han recibido instrucción formal de mecánica básica, durante los semestres previos en la carrera.

2. *Desarrollo de una Transposición Didáctica (TD)*

Con base en los resultados del test FCI se identificaron los conceptos que más dificultades presentan, por ejemplo, “*inercia*”, y se formaron grupos de trabajo en parejas, según la afinidad en sus respuestas. En total 15 grupos, de los cuales analizamos el resultado de 13.

De acuerdo con el contenido identificado, cada grupo se enfrenta a la tarea de planificar, diseñar e implementar una clase de física, centrada en alguna de las estrategias de aprendizaje activo ya conocidas, y que pueden escoger libremente.

Considerando el modelo de clase invertida, se pone a disposición de los estudiantes a través de la plataforma web, una serie de recursos didácticos seleccionados que resumen las características teóricas del aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo, además de algunos artículos científicos relevantes en el área.

3. *Ejecución de la actividad diseñada*

Una vez diseñada y construida la TD (para 30 minutos aproximadamente), los futuros docentes la ejecutan en el curso de Didáctica adoptando el rol de docentes, y siendo sus pares los que adopten el rol de alumnos en una clase de física impartida esta vez con métodos activos. A la vez, adoptan un rol de par evaluador simultáneamente durante cada

ejecución, generándose un momento de reflexión y retroalimentación al final de cada clase (Ver figura1).



Figura 1. Roles del futuro profesor en clase de Didáctica

Los temas a abordar se corresponden con los resultados de los test, pero las estrategias a utilizar por cada grupo fueron de libre elección, con un límite de 3 grupos por estrategia, quedando la muestra distribuida según se indica en la Tabla 1.

Grupo	Contenido	Estrategia escogida
1	Movimiento parabólico	Instrucción por pares
2	Diagramas de fuerza	Modelación
3	3era Ley de Newton	Instrucción de pares
4	3era Ley de Newton	Tutoriales
5	Diagrama de fuerza	Aprendizaje Basado en Problemas
6	Caída libre	Instrucción por pares
7	Aceleración	Aprendizaje basado en Indagación
8	2a Ley de Newton	Tutoriales
9	2a ley de Newton	Clases demostrativas Interactivas
10	2a ley de Newton	Clases demostrativas Interactivas
11	Suma de Vectores	Aprendizaje Basado en Problemas
12	1a ley de Newton	Clases demostrativas Interactivas
13	Caída Libre	Tutoriales

Tabla 1. Distribución de temas y estrategias a implementar por grupo de estudiantes

Los temas que fueron abordados por una mayor cantidad de grupos, fueron aquellos que recibieron menor cantidad de respuestas correctas en el test, es decir, los que presentaron mayor dificultad para los estudiantes.

4. Evaluación y obtención de resultados

Desde el punto de vista cuantitativo, se aplicó el FCI como post-test, para evaluar si en el proceso de diseño, elaboración y ejecución de una clase con métodos activos, los estudiantes fueron capaces de superar las dificultades conceptuales detectadas en el pre-test. Para el análisis de los datos del FCI se utilizó análisis de ganancia normalizada. De acuerdo con Hake (1998) la ganancia normalizada es la razón entre la ganancia obtenida en un curso (diferencia entre el pre-test aplicado al inicio del curso y el post-test aplicado al final del mismo) y la ganancia máxima posible, es decir la diferencia entre el resultado máximo posible (puntuación perfecta) y la situación inicial (pre-test). Se calcula con la siguiente ecuación:

$$g = \frac{\langle Post \rangle - \langle Pre \rangle}{100 - \langle Pre \rangle}$$

donde el signo $\langle \rangle$ indica el promedio de toda la clase antes (pre-test) y después (post-test) de la instrucción. Los resultados obtenidos se pueden categorizar en zonas de ganancia normalizada baja ($g < 0,3$), media ($0,3 < g < 0,7$) y alta ($g > 0,7$). Al estar referida al valor del conocimiento inicial, esta definición de la ganancia normalizada permite comparar el grado de logro de la estrategia educativa en distintas clases, independientemente del estado inicial del conocimiento de cada una de ellas.

Desde la mirada cualitativa, en esta etapa se recogen opiniones de los estudiantes en un cuestionario donde expresaron sus reflexiones respecto a la tarea desarrollada, la experiencia vivida en el curso y los roles desempeñados.

RESULTADOS

Entendimiento conceptual

El primer paso de análisis en la fase cuantitativa fue la obtención de los parámetros estadísticos. Como se puede apreciar en la Tabla 2 el promedio fue similar en pre y post test, no así la desviación estándar y el rango que fueron mayores después de la instrucción. También resalta que la moda se incrementó al pasar de 43% a 90%. La mayor dispersión en el post test (ver tabla 2) implica que la selección de la respuesta se distribuyó entre una mayor cantidad de los modelos alternativos que se incluyen en el instrumento, lo que puede sugerir un proceso de asimilación y acomodación de conocimientos (Pozo, 1994).

Parámetro	Pre test (%)	Post test (%)
Media	69.7	70
Mediana	77	77
Moda	43	90
Desviación estándar	22	24
Rango	73	83
n	25	25

Tabla 2. Estadística descriptiva del rendimiento en el FCI en pre/post instrucción

Debido a que en el cálculo de ganancia normalizada se utiliza el promedio y estos son muy similares se obtuvo $g = 0$. Este resultado se considera positivo toda vez que el énfasis de la actividad fue la aplicación de estrategias de aprendizaje activo, más que el conocimiento disciplinar asociado, sin embargo, es interesante observar que hubo modificación en las ideas de los futuros profesores de física y que esto les permite estar más atentos a las posibles concepciones alternativas que sostengan sus estudiantes como un primer paso para poder confrontarlas (Tecpan *et al.*, 2015).

Otro aspecto interesante desde el punto de vista cuantitativo es la distribución del rendimiento en el post test (ver figura 2). Se encontró que 56% de los estudiantes mostraron un mayor desempeño y con mayor frecuencia alcanzaron un rendimiento superior a 90% lo que refuerza la evaluación positiva de esta implementación. En el extremo opuesto, 36% de los futuros docentes tuvieron un rendimiento inferior en el pos-test comparado con su rendimiento en el pre-test, aspecto que como ya se discutió puede estar relacionado con un proceso de asimilación y acomodación (Pozo, 1994).

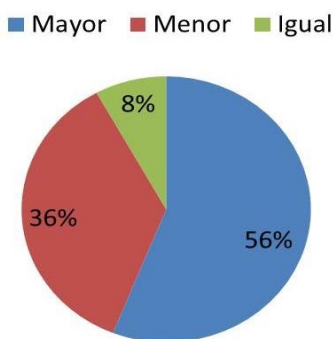


Figura 2. Distribución de alumnos de acuerdo con su rendimiento en el FCI post instrucción comparado con el rendimiento en el pre test

Rol del profesor en el aula

Las respuestas al cuestionario permitieron profundizar en la percepción de los estudiantes frente a la metodología utilizada en el curso de didáctica y la tarea realizada de manera individual.

Frente a la pregunta sobre qué otra estrategia hubiesen deseado implementar, resultó ser (por igual) Tutoriales, Instrucción por Pares y Aprendizaje Basado en Indagación, las de mayor elección debido a que ven en ellas más facilidad para generar discusiones entre el estudiantado y porque se desarrollan en base a las ideas previas identificadas:

Alumno 18: “Indagación por su estrategia de que el alumno descubre y experimente por sí solo algún fenómeno, además es una metodología que corrige los pre-conceptos, también genera debate en grupo y el profesor sólo actúa de guía ante esta experimentación.”

Alumno 23: “Instrucción por Pares, dado que se genera una reflexión constante entre todos los grupos de estudiantes, y a su vez también permite identificar las ideas previas de ellos...”

Respecto a los roles desempeñados, los futuros profesores coinciden en que haber sido pares evaluadores les permitió construir un pensamiento crítico y constructivo para mejorar las propuestas didácticas propias y de sus compañeros.

Alumno 16: *“Sobre mi rol como par evaluador, creo que la actividad fue de gran ayuda para aprender a trabajar con más personas y desarrollar la capacidad de criticar mi trabajo y el de mis pares para mejorarlo. Sobre mi rol como estudiante, concluyo que las clases a las que asistí fueron muy buenas y los conceptos quedaron mucho más claros respecto a lo que estaban antes de las clases. Me gustaría que estas estrategias se implementaran con mayor frecuencia”*

Además, el participar como estudiantes en las clases de sus pares les permitió ponerse en el lugar de sus futuros alumnos, lo cual les parece necesario al momento de planificar la clase, y les ayudó a mejorar su comprensión disciplinar sobre los contenidos involucrados.

Alumnos 2: *“Si se utilizaran estas estrategias con más frecuencia y se dejara de lado el aprendizaje tradicional, los resultados de los estudiantes serían mucho mejores, existiría mayor aprendizaje significativo...”*

Alumnos 20: *“Como estudiante es importante y motivador ser el centro de aprendizaje, participar y evidenciar los contenidos con estas metodologías es muy útil. Como profesor es mucho más gratificante ver a sus estudiantes trabajando por interés que estar sometidos a una autoridad, como par me comparo y complemento con las ideas de mis compañeros, mejoro tanto como ayudo a mejorar”*

Desde el rol como docente, surgen dificultades y necesidades detectadas por los futuros profesores, respecto al uso de las estrategias de aprendizaje activo. Entre ellas, las más comunes fueron:

- **Dificultad para asumir un rol de guía y abandonar el rol de “protagonista” impuesto por los modelos de clases tradicionales con los que han sido formados.**

Alumno 5: *“La mayor dificultad fue ponerse en el puesto del docente “no protagonista”. En el transcurso de la formación siempre se ha priorizado al docente con la mayor parte de responsabilidad en el aula y no se involucra con nuestras experiencias vividas. Es por esto que trabajar con estrategias de aprendizaje activo tuvo esa dificultad, ya que al momento de hacer trabajar a los alumnos costaba no involucrarse y ser sólo guía”*

Alumno 1: *“Una dificultad fue pensar en una clase fuera del conductismo, en centrarla en el aprendizaje del alumno antes que en el rol del docente”*

- **Dificultad para construir problemas contextualizados y reales, o buenas preguntas para enseñar física**

Alumno 12: *“La pregunta que se trabajaría en clases, ya que debía considerar las dificultades conceptuales que en la literatura había sobre movimiento parabólico”*

Alumno 18: *“Esta actividad se trataba del punto más débil en física que tengo [...] fue difícil encontrar la pregunta perfecta para la situación. Se mejora estudiando más, corregir los conceptos erróneos que tengo, así será más fácil encontrar preguntas que generen controversia”*

Alumno 7: *“... Debido a mi instrucción tradicional fue difícil imaginar un problemas con estos alcances...”*

Del mismo modo se coincide mayormente en que es una necesidad para el docente comprender los fenómenos involucrados en cada tema, identificar conceptos conflictivos

que pudieran dificultar el aprendizaje de los estudiantes y dominar a cabalidad los contenidos a enseñar:

Alumno 2: *“Saber identificar los puntos críticos de la comprensión del fenómeno [...] requiere de una comprensión correcta del fenómeno y de creatividad”*

Alumno 18: *[Respecto al diseño de las actividades]... Se mejora estudiando más, corregir los conceptos erróneos que tengo, así será más fácil encontrar preguntas que generen controversia”*

Finalmente, también se destaca con mayor frecuencia el valor que reconocen los estudiantes en el trabajo colaborativo y en la discusión con otros profesores de física respecto a las actividades docentes.

CONCLUSIONES

Considerando que la estrategia de clase invertida y de métodos activos fue implementada en un curso de didáctica, no de física, podemos concluir que los estudiantes cuestionaron sus modelos conceptuales en torno a los temas abordados como docentes y estudiantes, lo cual se manifiesta en la cantidad de futuros profesores que mejoró su rendimiento en el test FCI.

Las respuestas de los futuros profesores, expresadas a partir de su participación desde los 3 roles posibles, coinciden con las obtenidas en otros estudios con profesores en ejercicio respecto a las dificultades para implementar en sus clases los métodos activos, algunas relacionadas con el tiempo que consumen estas estrategias y otras relacionadas con el grado de participación del docente que abandona el rol de protagonista principal para cederlo a los estudiantes (Tecpan, *et al.*, 2015).

Además, y a pesar de las dificultades por ellos detectadas, los resultados indican que al final del proceso lograron valorar las metodologías activas, identificar la diferencia entre éstas y los métodos tradicionales, y junto a ello, cambiar sus ideas sobre la docencia en física.

De frente a la implementación definitiva a desarrollar en los próximos meses, a partir de los resultados obtenidos en este pilotaje, se considera importante utilizar el test ATI (“Approaches to Teaching Inventory”, Trigwell y Prosser, 2004) para conocer desde un inicio las creencias de los futuros profesores sobre la docencia, y así contrastar a través de mediciones pre y post, si los resultados coinciden con lo expresado en el cuestionario.

Del mismo modo, es una prospectiva poder profundizar en las dificultades conceptuales del futuro profesor respecto a otros temas de física, y de cómo éstas se superan cuando dentro de su formación pedagógica tienen la posibilidad de desempeñarse en el rol de estudiante, profesor y par evaluador, aprovechando el tiempo de clase para trabajo colaborativo gracias al modelo Flipped Classroom.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Dr. Hugo Alarcón de la Universidad Técnica Federico Santa María, por las orientaciones entregadas durante el diseño e implementación de la estrategia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, R. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. En S. K. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 807–830). Mahwah, New Jersey, EE.UU.: Lawrence Erlbaum Associates
- Benegas, J., Alarcón, H. y Zavala, G. (2013). Formación de Profesorado en Metodologías de Aprendizaje Activo de la Física. En J. Benegas, M. C. Pérez de Landazabal y J. Otero (Eds.). *El Aprendizaje Activo de la Física Básica Universitaria* (pp. 193-203). Santiago de Compostela, España: Andavira
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(2), 020110
- Garriz, A., y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(2), 98-102.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys*, 66(1), 64-74.
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction, *Am. J. Phys*, 55, 440-454
- Hestenes, D., Wells, M. y Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-158.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4a. ed.). Distrito Federal, México: Mc Graw Hill
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River. Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- McDermott, L.C. y Shaffer, P.S. (2001). *Tutoriales para física introductoria*. Buenos Aires, Argentina: Prentice Hall.
- Mestre, J.P. (2001). Implications of research on learning for the education of prospective science and physics teachers. *Physics Education*, 36 (1), 44-51.
- Organización de Estados Iberoamericanos, (2008). Metas educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. Recuperado de <http://www.oei.es/metas2021/todo.pdf>
- Pozo, J.I. (1994). Teorías de la reestructuración. En: Pozo J.I. (3ª Ed), *Teorías cognitivas del aprendizaje* (pp.166-224). Madrid: Morata.
- Powell, K. (2003). Spare me the lecture. *Nature*, 425(6955), 234-236.
- Redish, E. F. (2003). *Teaching physics with the physics suite*. Somerset, Nueva Jersey: John Wiley & Sons.
- Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., y Sánchez Vega, E. (2014). *Las clases invertidas: beneficios y estrategias para su puesta en práctica en la educación superior*. Disponible en <https://www.uam.es/gruposinv/dim/assets/jose-uned-14.pdf> Última consulta 17 de Agosto de 2015.

Shapiro, M. (2013). Flipped classroom turns traditional teaching upside down. Recuperado de http://www.stltoday.com/suburban-journals/metro/education/flippedclassroom-turnstraditional-teaching-upside-down/article_a6497f82-efb3-5a62-88ed-ee72c2ac873c.html

Sokoloff, D.S., y Thornton, R.K., (2004). *Interactive Lecture Demonstrations*. Nueva York: Wiley.

Tecpan, S., Benegas, J. y Zavala, G. (2015). Entendimiento conceptual y dificultades de aprendizaje de Electricidad y Magnetismo identificadas por profesores. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 9 (S1), 204.

Trigwell, K., y Prosser, M. (2004). Development and use of the Approaches to Teaching Inventory. *Educational Psychology Review*, 16(4), 409-424.