

[Cierre de edición el 01 de Mayo del 2023]

<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

El aula invertida, una metodología eficaz en la construcción del conocimiento en el campo del cálculo diferencial

The Flipped Classroom, an Effective Methodology in the Construction of Knowledge in the Field of Differential Calculus

A aula invertida, uma metodologia eficaz na construção do conhecimento na área do cálculo diferencial

Luis Alberto Puga-Peña
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador
lapuga@uce.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-1413-8070>

Luis Gerardo Cabrera-Maya
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

 lgcabreram@uce.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2120-1448>

Juan Paúl Coronel-Feijoo
Profesional independiente
Quito, Ecuador

 jcoronel1663@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3898-3730>

Pablo Velarde
Universidad UTE
Quito, Ecuador

 pablo.velarde@ute.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0503-829X>



Recibido • Received • Recebido: 01 / 08 / 2020
Corregido • Revised • Revisado: 24 / 01 / 2023
Aceptado • Accepted • Aprovado: 14 / 02 / 2023

Resumen:

Objetivo. Difundir el resultado de la investigación de una experiencia educativa realizada en la Universidad UTE, en la cual se toman dos grupos de primer nivel de la carrera de Mecatrónica en la asignatura de Cálculo Diferencial. **Metodología.** La orientación aplicada es el aula invertida en dos grupos de diferentes paralelos, uno experimental y otro de control, alternando en cada uno de los tres parciales y comparando resultados en el rendimiento académico, grado de participación, responsabilidad y actitud hacia el trabajo, al término de cada parcial. **Resultados.** Los resultados obtenidos revelan el impacto de la aplicación de la metodología de aula invertida en la construcción del conocimiento en comparación con la metodología tradicional en el campo de la enseñanza del



<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

cálculo diferencial, obteniéndose un mejor desempeño cuando se utiliza la metodología de la clase invertida. **Conclusiones.** Los beneficios de la aplicación de esta metodología permiten transformar una enseñanza tradicional en una enseñanza activa, participativa, consciente y comprometida, especialmente dentro del campo de la enseñanza del cálculo diferencial.

Palabras claves: Metodología activa; aula invertida; construcción del conocimiento; aprendizaje; cálculo diferencial.

Abstract:

Objective. To disseminate the results of an educational research experience conducted at UTE University. Two groups of first-level students from the Differential Calculus course in the Mechatronics degree program participated in this experience. **Methodology.** The flipped classroom was the methodology implemented in two groups of different parallel classes, one was experimental and the other one for control, alternating in each of the three partial exams and comparing results in academic performance, participation level, responsibility, and attitude towards work at the end of each partial exam. **Results.** The results obtained revealed the impact of the application of the flipped classroom methodology in the construction of knowledge compared to traditional methodology in the field of teaching differential calculus, obtaining better performance when using the flipped classroom methodology. **Conclusions.** The benefits of applying this methodology aid in transforming traditional teaching into active, participatory, conscious, and committed teaching, particularly within the field of teaching differential calculus.

Keywords: Active methodology; flipped classroom; knowledge building; learning; differential calculus.

Resumo:

Objetivo. Difundir o resultado da pesquisa de uma experiência educacional realizada na Universidade UTE, na qual são selecionados dois grupos de primeiro nível do curso de Mecatrônica na disciplina de Cálculo Diferencial. **Metodologia.** A orientação aplicada é a sala de aula invertida em dois grupos de diferentes paralelos, um experimental e outro de controle, alternando em cada um dos três exames parciais e comparando os resultados no desempenho acadêmico, grau de participação, responsabilidade e atitude em relação ao trabalho, no final de cada exame parcial. **Resultados.** Os resultados obtidos revelam o impacto da aplicação da metodologia da sala de aula invertida na construção do conhecimento em comparação com a metodologia tradicional no campo do ensino de cálculo diferencial, obtendo um melhor desempenho quando se utiliza a metodologia da sala de aula invertida. **Conclusões.** Os benefícios da aplicação desta metodologia permitem transformar um ensino tradicional em um ensino ativo, participativo, consciente e comprometido, especialmente dentro do campo do ensino de cálculo diferencial.

Palavras-chave: Metodologia ativa; sala de aula invertida; construção do conhecimento; aprendendo; cálculo diferencial.

Introducción

Cada vez adquiere más importancia la discusión sobre la relación existente entre la construcción del aprendizaje y el método que se utiliza. Desde la antigüedad hasta nuestros días y en todos los niveles educativos no se ha superado el problema, esto lo demuestran las

últimas estadísticas del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) en Ecuador, que señala que luego de aplicar la evaluación Ser Bachiller el año lectivo 2018- 2019, a una población de 299 706 estudiantes del tercer curso de bachillerato de los centros educativos del Ecuador, se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto al dominio matemático, 49 546 estudiantes (16,5%), tienen un conocimiento insuficiente, sus resultados están en la escala 4 a 6,99 puntos; 139 849 estudiantes (46,7%), tienen un conocimiento elemental, están en la escala del 7 a 7,99 puntos; 97 953 estudiantes (32,7%), tienen un conocimiento satisfactorio, sus puntajes están entre 8 y 9,49; y 12 358 estudiantes (4,1%) tienen un conocimiento excelente, sus puntajes están entre 9,50 a 10 puntos (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL], 2019).

Probablemente si se buscan explicaciones a este hecho, no solo a nivel local, se deba entre otros factores a la aplicación de metodologías inadecuadas utilizadas en el proceso de enseñanza que busca el empoderamiento de los aprendizajes. Como resultado de esto, las metodologías activas buscan superar desafíos, resolución de problemas y la construcción de conocimiento, a partir de las experiencias vividas por el individuo (Batistello y Cybis Pereira, 2019). El personal docente debe analizar cuál es la mejor manera para que sus estudiantes logren aprender nuevas destrezas, competencias y habilidades dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la búsqueda de metodologías activas e innovadoras que giren alrededor del estudiantado, ejemplo de estas metodologías son: trabajo cooperativo, trabajos por proyectos, aprendizaje basado en problemas, método o estudio de casos (Jiménez Hernández et al., 2020).

Una de las metodologías activas que ha llamado la atención por su propia filosofía en la cual el estudiantado se apropia de acciones cognitivas tanto en la casa como en el aula de clase es la denominada aula invertida o también conocida como *flipped classroom* (FC) en inglés, término acuñado por Jonathan Bergman y Aaron Sams, profesores de Química en Woodland Park High School Park Colorado que significa literalmente aula invertida (López Moreno, 2014), instrucciones *on-line* en la casa para obtener tiempo libre de aprendizaje en el salón de clase (Tucker, 2012). El aula invertida es concebida como una nueva metodología pedagógica que emplea, por un lado, las tecnologías de información y comunicación (TIC) tanto para introducir nuevos conocimientos como para la solución de problemas como parte de los trabajos en casa (Mestre-Mestre et al., 2015). Por otro lado, actividades grupales que solventen dudas de una forma activa y participativa en el aula de clase por parte de la totalidad de sus actores.

Esta es una de las estrategias en las que su utilización ha venido en escalada dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, dado al desarrollo tecnológico que va a la par con la masiva utilización de dispositivos móviles tanto en el personal docente como en el alumnado. De acuerdo con Bishop & Verleger (2013), una de las mayores ventajas que menciona el estudiantado que lleva a cabo una clase invertida es que el video puede ser visto las veces que quiera hasta apropiarse del conocimiento. Uno de los factores importantes, dentro del aula de clase, está



<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

relacionado con el tiempo, pues el aula invertida permite que las instrucciones que solían darse en clase ahora sean dadas en casa, convirtiéndose la clase en el espacio para resolver problemas, afianzar conceptos y llevar a cabo un aprendizaje colaborativo, lo que conlleva a optimizar el tiempo, según lo afirma [Tucker \(2012\)](#).

Como lo menciona [Herreid & Schiller \(2013\)](#), existen tres factores menos favorables con los que se enfrenta esta metodología, a saber: mayor dedicación en la preparación del material, alumnado resistente a nuevas metodologías y, por último, profesorado preocupado sobre la cobertura de los temas. Por lo tanto, la planificación de las actividades a ser desarrolladas en casa debe ser entendida como una secuencia de tareas que combinan el conocimiento, la tecnología y la estrategia a utilizarse. Actualmente, las tareas llevadas a casa comprenden principalmente la utilización de vídeos, al ser una herramienta mucho más atractiva que un libro, según lo señalan [Tourón et al. \(2014\)](#).

El aula invertida es un tema actual y vigente que llama su atención por su versatilidad y aplicación, por lo que varios trabajos se han desarrollado con respecto a esta temática ([Torrecilla Manresa & García García, 2020](#)). El artículo de [Awidi & Paynter \(2019\)](#) presenta el impacto del enfoque de aula invertida en la experiencia de aprendizaje del estudiantado, aplicado en pregrado de biología. Por otro lado, [Sandrone et al. \(2020\)](#) muestran la implementación de la estrategia de aula invertida en neurología, estrategias futuras para cambiar el currículo de neurología a través de la contextualización de los beneficios y las consecuencias y en estudiantado normalista ([Reyes Pinzón & Hernández Mijangos, 2020](#)). Con este enfoque, las matemáticas no han sido la excepción en la aplicación de esta metodología; a la hora de aprovechar las ventajas del aula invertida, varios trabajos han sido desarrollados desde este enfoque, entre los cuales podemos mencionar algunos de ellos: el aula invertida a participantes de una clase de matemática ([Amstelveen, 2019](#); [Bhagat et al., 2016](#)). La participación de estudiantado en el aula invertida en clases de prácticas de laboratorio se puede hallar en ([Gómez-Tejedor et al., 2020](#); [Meseguer-Dueñas et al., 2020](#)). Así como la aplicación del aula invertida en estudios tecnológicos ([Mestre-Mestre et al., 2015](#)).

En este trabajo se presenta un estudio realizado a dos grupos de estudiantes de cálculo diferencial de primer semestre de la carrera de ingeniería mecatrónica. El aporte de este estudio se centra en mostrar los beneficios obtenidos por el estudiantado que ha llevado sus clases con la metodología de aula invertida frente a quienes han utilizado metodologías tradicionales. El estudio tiene la particularidad de que tanto la metodología tradicional, así como la de aula invertida han sido aplicadas de forma alternada a ambos grupos de estudiantes durante tres parciales. Su rendimiento académico, grado de participación, responsabilidad, actitud hacia el trabajo son comparados en igualdad de condiciones, de manera que se establezcan las bondades y dificultades de la aplicación de esta metodología activa en el proceso de enseñanza aprendizaje, resultado de esta comparación.

Marco teórico

El aula invertida es una metodología de aprendizaje dinámica que busca darle la vuelta a la clase, busca espacios colectivos de participación, convirtiendo el aula de clase en un lugar interactivo de intercambio de dudas, pensamientos, juicios y argumentos sobre una temática determinada, lo cual da como resultado la creatividad a la hora de aplicar los conceptos en situaciones cotidianas y en aprendizajes significativos (Bergmann & Sams, 2014; González Gómez et al., 2017). Como consecuencia de la participación en la visualización de videos por parte del estudiantado en casa, estos desarrollan competencias de aprendizaje autónomo y cooperativo, para el logro de la mejora del rendimiento académico (Hinojo Lucena et al., 2019).

Es decir, este modelo educativo promueve al estudiantado a trabajar, por sí mismo y fuera del salón de clase, los conceptos teóricos de la asignatura, a través de diversos recursos de apoyo que la persona docente pone a su alcance, principalmente videos, diapositivas grabadas previamente. Un requisito fundamental para que el estudiantado asista a la clase es que revise y analice el material de apoyo enviado previamente por el personal docente, de manera que, durante la clase, pueda resolver dudas e inquietudes surgidas luego de haber revisado el material enviado; además, resuelva cuestiones teórico-prácticas y, por último, esté en la capacidad de emitir juicios de valor sobre la temática tratada (Berenguer Albaladejo, 2016). Sin embargo, uno de los problemas que puede llegar a suceder es que el estudiantado no prepare los temas enviados a casa, de ser el caso, el método no funciona. Por otro lado, existen dos aspectos importantes que conlleven al funcionamiento del aula invertida: que el maestro o la maestra aplique de manera correcta la metodología y la clase contemple la utilización de tecnología innovadora (Fidalgo-Blanco et al., 2020).

En síntesis, esta propuesta metodológica intercambia los dos lugares: la casa y el aula de clase. En el primer sitio se realizan los aprendizajes más significativos, las lecciones, mientras que en la clase se llevan a cabo los deberes, esto conlleva una inminente mejora en las prácticas tradicionales y no tradicionales (Fidalgo Blanco et al., 2014). El estudiantado cuando realiza las tareas en la clase cuenta con la supervisión docente; por el contrario, si realiza tareas en casa no existe este acompañamiento por parte del personal docente en las actividades de consolidación del aprendizaje, se afirma que esta metodología es cuatro veces más eficaz, según Tourón et al. (2014). Por un lado, algunas de las ventajas de la metodología de la clase invertida que se enumeran en Berenguer Albaladejo (2016) se destacan las siguientes:

- El estudiantado determina el tiempo y lugar para su preparación fuera del aula.
- Incrementa el compromiso del estudiantado en su proceso de aprendizaje.
- Permite que el estudiantado aprenda a su propio ritmo.
- Fomenta la creatividad, así como el pensamiento crítico y analítico.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Mejora el ambiente en el aula-clase, al permitir una mayor interacción entre estudiantado y personal docente.
- Fortalece el trabajo colaborativo y promueve la interacción social.
- Aprovecha las destrezas en el manejo de la tecnología del estudiantado.
- Involucra a las familias en el proceso de aprendizaje.
- El *feedback* se genera de manera inmediata.
- Trabaja en todos los niveles de la taxonomía de Bloom.
- Evalúa no solo el resultado sino todo el proceso.
- Trabajos como recursos didácticos.
- Adquiere el conocimiento a través de la práctica.
- Crea la denominada inteligencia colectiva.
- Acrecienta la comunicación y la interacción entre pares y docente.
- Aprenden y desaprenden en forma continua.

Por otro lado, las desventajas que se enumeran dentro de este enfoque, por mencionar algunas, son:

- No toma en cuenta la brecha digital existente.
- Las personas que no cuentan con un ordenador o a una conexión a la internet pueden tener inconvenientes.
- Si no existe el compromiso del estudiantado el modelo fracasa.
- Demanda más tiempo en elaborar material digital nuevo.

El aula invertida es una combinación de un trabajo intermetodológico entre clases magistrales, trabajo en equipo, cursos *online* masivos y abiertos (MOOC) y de inteligencia colectiva e implica una participación del estudiantado tanto fuera como dentro del aula.

Metodología

Debido al bajo rendimiento académico en la asignatura de Cálculo Diferencial en la Facultad de Ingeniería, era preciso tomar alguna decisión sobre las estrategias de enseñanza, entre ellas: clase magistral dialogada, juego de roles, técnica de la pregunta, estudio de casos, método de trabajo independiente, aula invertida, aprendizaje basado en problemas,



aprendizaje cooperativo, entre otras. Para ello fue necesario realizar varias entrevistas con las personas involucradas: director académico de la Facultad, personas coordinadoras de carrera y personal docente.

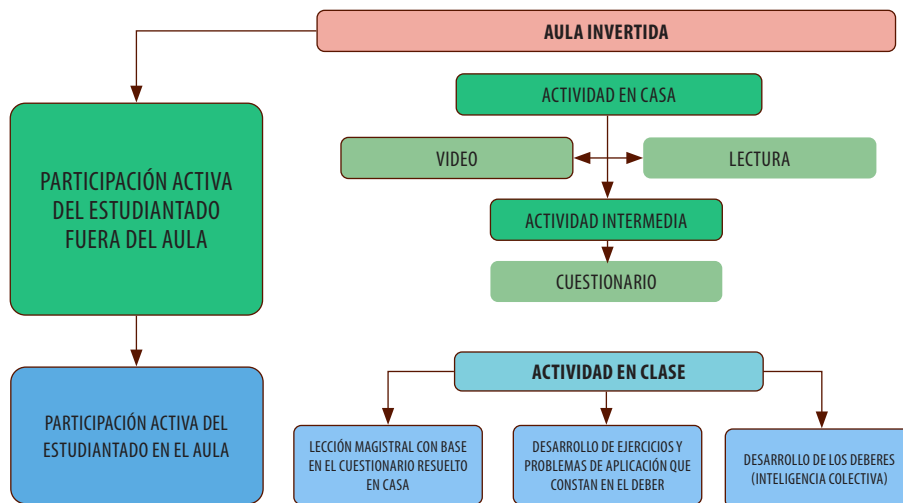
El acuerdo al que se llegó fue designar los dos cursos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, por tener el menor rendimiento, como los grupos sobre los cuales se realizaría el estudio utilizando el aula invertida como estrategia de aprendizaje.

En este trabajo de investigación, se ha definido un grupo de control que utiliza la metodología FC (MFC) y un grupo experimental en el cual se utiliza la metodología tradicional (MT).

La experiencia se la ha llevado a cabo en el semestre octubre 2018-febrero 2019, con estudiantado de los primeros, paralelos A y B en la asignatura de cálculo diferencial, de la carrera de mecatrónica de la Universidad UTE. Han participado 55 estudiantes, 26 en el Primero A y 29 en el Primero B. El curso de cálculo diferencial se halla dividido en tres parciales de cinco semanas cada uno y una evaluación sumativa final.

Para llevar a cabo una comparación y un análisis de las MFC y MT, el estudiantado del paralelo A, utilizó la MFC en los parciales uno y tres, en el parcial dos se aplicó la MT, con fines comparativos al interno del mismo curso. En forma paralela, en la misma asignatura y carrera, se trabajó con el estudiantado del primero B, en la cual se aplicaron las metodologías de forma inversa al primero A, es decir, metodología tradicional, en la cual prevalece la clase magistral activa, para los parciales uno y tres, y MFC en el parcial dos.

Figura 1: Etapas de la MFC



Nota: Elaboración propia.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Antes de aplicar la MFC, el estudiantado de los grupos indicados, en su debido momento, tuvo una etapa de inducción, en la cual se explicaron las generalidades de la metodología y sobre los compromisos compartidos que se debían cumplir para que esta diera resultado. La aplicación de la metodología implicó tomar en cuenta tres aspectos, que se muestran en la [Figura 1](#).

- 1. Actividades en casa.** Para cada clase del curso en el cual se aplica la MFC se planifican actividades en las cuales constan, la observación y el análisis de un video (que no es precisamente una grabación completa de una clase) de una duración de 10 a 15 minutos. Para ello, se envía el enlace respectivo; además, como material complementario se considera la lectura un determinado texto sobre el tema. Adicional, se contó con un cuestionario con preguntas de comprensión y ejercicios de aplicación referentes a la lectura y al video. Esto permite un aprendizaje personalizado.
- 2. Actividad intermedia.** El estudiantado del grupo MFC, como se indica, desarrollan las actividades contempladas en el cuestionario, generalmente y para mayor comodidad, en forma individual.
- 3. Actividades en clase.** Antes de recoger el cuestionario se abre una plenaria, en la cual, el personal docente contesta y formula preguntas e inquietudes referentes al tema revisado en casa, por lo general, en forma participativa. Se realiza un organizador gráfico que resuma la parte teórica del tema, además, se resuelven las preguntas y varios ejercicios que constan en el cuestionario y del deber sobre el tema; de manera que el estudiantado corrija, si es del caso, consolide y refuerce los temas planteados para el aprendizaje. Estas actividades permiten constatar el cumplimiento de la lección en casa. Una vez comprobado que la parte teórica está interiorizada, se plantea formalmente el deber sobre el tema (el cual antes de ingresar a la hora clase está cargado en la plataforma virtual). La tarea en un alto porcentaje se resuelve en la clase, se la lleva a cabo utilizando diversas técnicas individuales y grupales como el trabajo cooperativo o colaborativo, esto permite la consecución del conocimiento reflexivo a través de la inteligencia colectiva.

Por otro lado, en el grupo que participa con MT, únicamente se envía la referencia de una lectura de la temática a ser tratada, para que realicen el resumen de esta. Durante la sesión de clase, se expone la temática de forma magistral, se conceptualizan y ejemplifican definiciones importantes, se realiza actividades complementarias para el aprendizaje y se envía la tarea a la casa sobre el tema abordado.

Un aspecto fundamental que no se ha descuidado en este trabajo es la evaluación continua que se realiza al estudiantado. Con el fin de visibilizar las actividades realizadas con cada metodología y la valoración asignada a las mismas durante cada parcial, la [Tabla 1](#) resume las técnicas utilizadas y la ponderación correspondiente por cada grupo en estudio.

Tabla 1: Técnicas y ponderación de la evaluación por grupos

	Evaluación en cada parcial				
	Deberes y trabajos extra-clase	Trabajos en clase	Cuestionarios	Evaluación	Examen
Grupo MFC	20%	10%	10%	20%	40%
Grupo MT	20%	20%		20%	40%

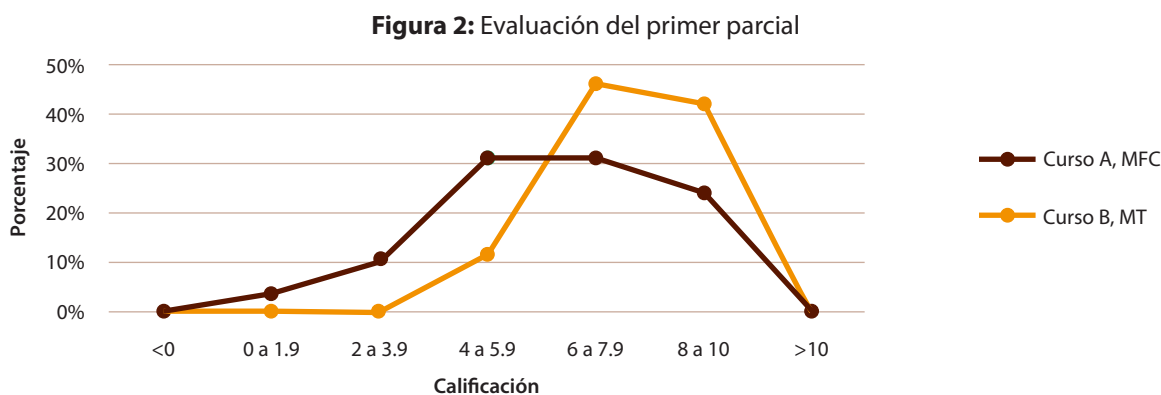
Nota: Elaboración propia.

El primer análisis se realizó con base en los resultados alcanzados en la tabulación de la información, posteriormente se realizó una aproximación a los datos a través del uso de la media y desviación estándar, medidas que constituyeron la base para un análisis estadístico más profundo a través de una prueba de hipótesis para cada caso, en el cual se aplicó la t-student, dado que son muestras menores a 30 estudiantes.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos, correspondientes a la evaluación formativa de cada parcial y la evaluación sumativa a lo largo del curso académico en cada uno de los paralelos y con la aplicación de las metodologías detalladas en la Sección 3.

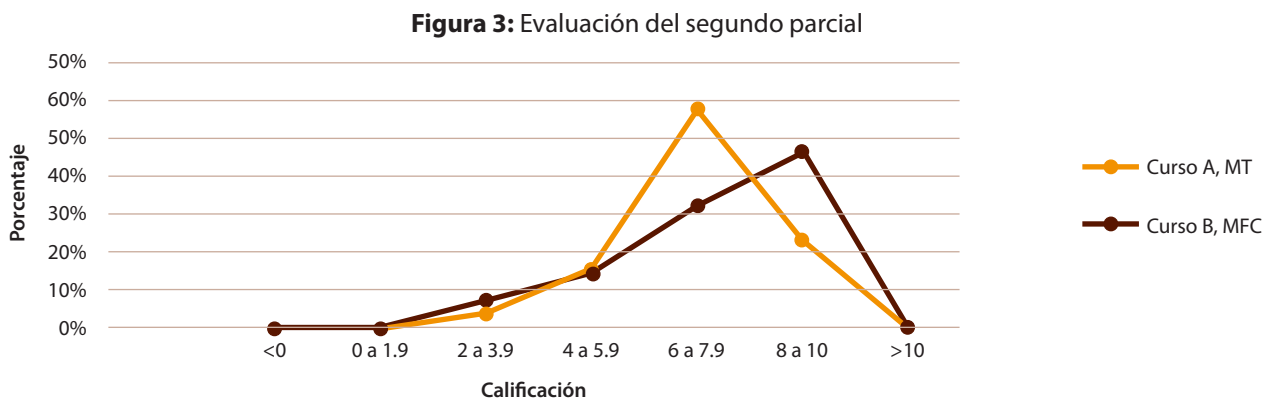
La **Figura 2** muestra el porcentaje de alumnado que obtiene una calificación de 0 a 10 en la evaluación realizada al estudiantado tanto del paralelo A (MFC) y del paralelo B (MT) luego del primer parcial del curso. Se puede determinar que en el paralelo A, sus calificaciones se encuentran entre los rangos 4 y 5, es decir, el mayor peso porcentual (88,5%) bordea entre calificaciones que van 6 a 10 puntos. Mientras que, en el paralelo B, el mayor peso porcentual está entre notas que oscilan entre 4 y 7,9 puntos (62,06%), lo que a priori muestra un rendimiento académico más alto en el curso que se aplicó MFC.



Nota: Elaboración propia.

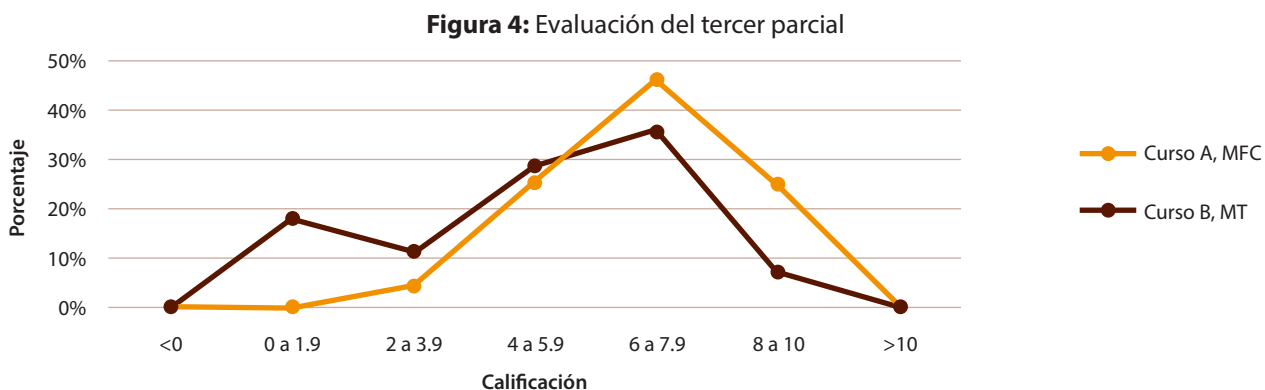
<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Durante el segundo parcial se invirtieron las metodologías aplicadas en cada curso, así en el paralelo B, se aplicó MFC, el mayor porcentaje en calificaciones (46,43%) se encuentra en el quinto rango, es decir, calificaciones entre 8 y 10 puntos, mientras que en el paralelo A con MT, el mayor peso de las notas (57,7%) está en el cuarto nivel, es decir, notas entre los 6 y 7,9 puntos, como se indica en la [Figura 3](#).



Nota: Elaboración propia.

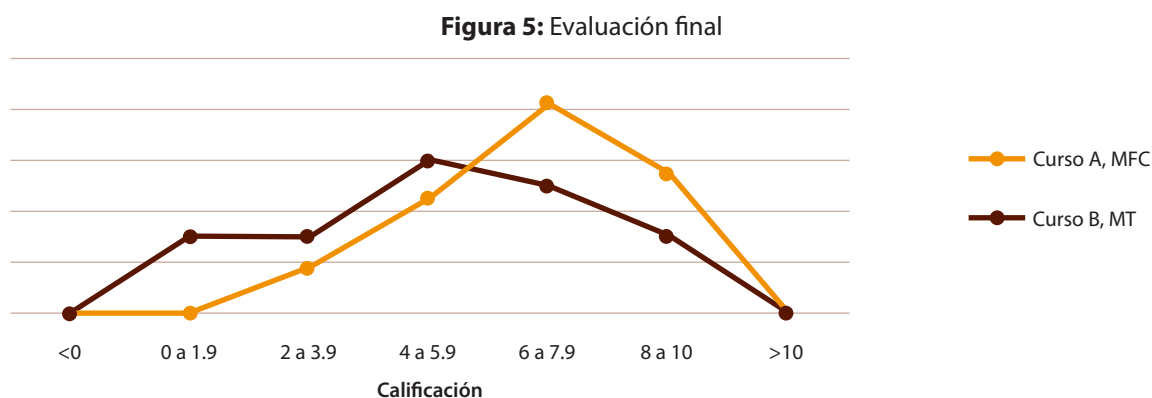
En el tercer parcial se vuelve a aplicar las metodologías de forma similar a lo realizado en el primer parcial, de esta manera al analizar el curso A (con MFC), el mayor peso de sus calificaciones recae en los segmentos más altos, con muy poco peso porcentual en las calificaciones que están entre el rango 0 a 3,9 puntos (4,2%), su mayor porcentaje es 45,8% en el estrato de 6 a 7,9 puntos; vale destacar, que el 25% del estudiantado tiene notas entre 8 a 10 puntos. A su vez, en el curso B (con MT) existe un preocupante porcentaje de estudiantes (28,57%) que tiene notas entre 0 y 3,9 puntos, su mayor peso recae entre calificaciones entre los 4 a 7,9 puntos (64,28%) y, apenas algo más del 7% tiene notas entre los 8 a 10 puntos. Esta información tabulada muestra un mejor rendimiento de aquel curso que aplica MFC. La [Figura 4](#) reporta el porcentaje de estudiantes y las calificaciones obtenidas durante el tercer parcial.



Nota: Elaboración propia.

El examen final constituye una evaluación sumativa sobre todo el contenido académico visto a lo largo del semestre, en cierta medida se podría considerar, a priori, cuán significativo fue el conocimiento impartido.

Las evaluaciones, en esta etapa, fueron similares para los dos cursos, en relación con el tipo de preguntas y nivel de dificultad. Sin embargo, es necesario recordar que en el paralelo A se utilizó en dos parciales MFC, mientras que en el B solo se lo aplicó en uno. Los resultados muestran un mejor rendimiento académico en el curso A, así su mayor porcentaje se distribuye en el rango entre 6 y 10 puntos. Mientras en el paralelo B su peso mayor recae en el estrato entre 4 y 7,9 puntos. Estos resultados son presentados en la [Figura 5](#).



Nota: Elaboración propia.

La [Tabla 2](#) y la [Tabla 3](#) contienen información de la media y desviación estándar de las calificaciones obtenidas en cada parcial en los cursos A y B, respectivamente. Al analizar las medias de cada curso, a nivel de parcial, se puede determinar que estas mismas son mayores cuando fue aplicada MFC en comparación con MT, lo que a primera vista valida esta técnica de enseñanza.

En cuanto a la desviación estándar, se puede analizar que el nivel de dispersión es menor en el paralelo donde se aplicó MFC durante dos parciales, si a esto se lo relaciona con lo señalado anteriormente, se asume que las calificaciones del alumnado que aplicó MFC son más elevadas que en el que llevó MT en dos períodos, ya que sus notas no se alejan en mayor medida del promedio.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Tabla 2: Promedio y desviación estándar del curso A

	N.º de asistentes	Promedio de calificación (sobre 10)	Desviación estándar
1º parcial MFC	26	7,68	1,445
2º parcial MT	26	7,08	1,548
3º parcial MFC	24	6,66	1,710
Final	22	6,84	2,018

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3: Promedio y desviación estándar del curso B

	N.º de asistentes	Promedio de calificación (sobre 10)	Desviación estándar
1º parcial MT	29	6,37	2,205
2º parcial MFC	28	7,15	1,923
3º parcial MT	28	5,07	2,618
Final	20	5,26	2,400

Nota: Elaboración propia.

Prueba de hipótesis:

En el caso de las calificaciones de los tres parciales se utilizó pruebas unilaterales y en la calificación final una prueba bilateral, en esta última se muestra el procedimiento utilizado.

Primer parcial

De acuerdo con la [Tabla 3](#), la media de las calificaciones sin el uso de FT (Curso B) es menor a la media de las calificaciones con el uso de FT (Curso A), para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; es decir, si $t_{obs} < t_{\alpha}(g)$ se rechaza la hipótesis H_0 en caso contrario se acepta H_1 .

$$H_0: \text{La media de las calificaciones Con MT (B)} \\ = \text{La media de las calificaciones Con MFC (A)}$$

$$H_1: \text{La media de las calificaciones Con MT (B)} \\ < \text{La media de las calificaciones Con MFC (A)}$$

Como $t_{obs} = -2,63$ cae en la región de rechazo, se concluye que el promedio de las notas sin el uso de FT es menor que el promedio de las notas usando FT; es decir, se acepta H_1 .



Segundo parcial

Como se indica en la [Tabla 2](#), la media de las calificaciones sin el uso de FT (Curso A) es menor a la media de las calificaciones con el uso de MFT (Curso B), para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; es decir, si $t_{obs} < t_{\alpha}(g)$ se rechaza la hipótesis H_0 en caso contrario se acepta H_1 .

H_0 : La media de las calificaciones **Con MT (A)**
 = La media de las calificaciones **Con MFC (B)**

H_1 : La media de las calificaciones **Con MT (A)**
 < La media de las calificaciones **Con MFC (B)**

Como $t_{obs} = -0,148$ cae en la región de aceptación, se concluye que el promedio de las notas sin el uso de FT y el promedio de las notas usando FT son estadísticamente iguales; es decir, se acepta H_0 .

Tercer parcial

Según los resultados mostrados en la [Tabla 3](#), la media de las calificaciones sin el uso de FT (Curso B) es menor a la media de las calificaciones con el uso de MFT (Curso A), para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; es decir, si $t_{obs} < t_{\alpha}(g)$ se rechaza la hipótesis H_0 en caso contrario se acepta H_1 .

H_0 : La media de las calificaciones **Con MT (B)**
 = La media de las calificaciones **Con MFC (A)**

H_1 : La media de las calificaciones **Con MT (B)**
 < La media de las calificaciones **Con MFC (A)**

Como $t_{obs} = -2,20$ cae en la región de rechazo, se concluye que el promedio de las notas sin el uso de FT y el promedio de las notas usando FT son estadísticamente diferentes; es decir, se acepta H_1 .

Examen final

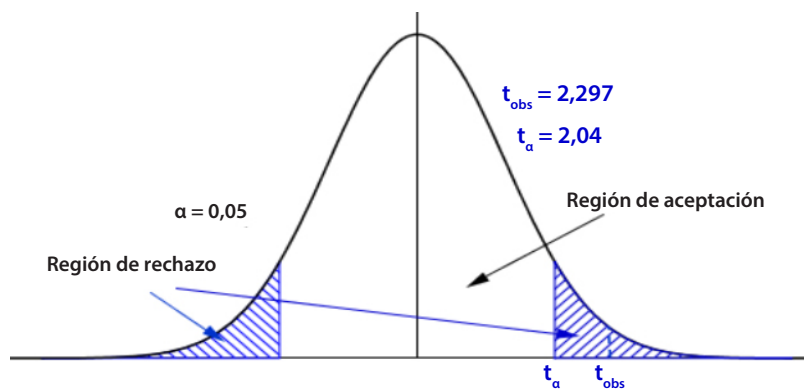
Los resultados del promedio y desviación estándar obtenidos en el examen final se indican en las [Tablas 2 y 3](#). La media de las calificaciones del curso A igual a la media de las calificaciones del curso B, para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; es decir, si $t_{obs} < -t_{\alpha}(g)$ o $t_{obs} > t_{\alpha}(g)$ se rechaza la hipótesis H_0 en caso contrario se acepta H_1 .

<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

H_0 : La media de las calificaciones **Curso (A)**
 = La media de las calificaciones **Curso(B)**

H_1 : La media de las calificaciones **Curso (A)**
 \neq La media de las calificaciones **Curso(B)**

Figura 6: Región crítica para la hipótesis alternativa H_1



Nota: Elaboración propia.

Como $t_{obs} < -t_{\alpha}(g)$ cae en la región de rechazo, se concluye que el promedio de las notas del curso A y el promedio de las notas del curso B son estadísticamente diferentes; es decir, se acepta H_1 . La **Figura 6** muestra la región crítica para la hipótesis alternativa H_1 .

La experiencia realizada indica que la metodología del aula invertida es perfectamente aplicable en las ciencias exactas, así se puede observar que, en el proceso de enseñanza de Cálculo Diferencial, el uso del aula invertida consiguió potencializar en el estudiantado las destrezas de comprensión, razonamiento, participación, entre otras, si se compara con la metodología tradicional. Experiencias similares a la del presente estudio respaldan y corroboran la investigación realizada. Así, por ejemplo, **Rojas-Celis & Cely-Rojas (2020)** concluyen que al analizar los resultados se evidenció una mejora en los procesos autónomos de aprendizaje, mayor nivel de comprensión de los contenidos y disminución en el porcentaje de pérdida de la asignatura de cálculo vectorial.

La metodología del aula invertida no solo se ciñe a las ciencias exactas, su utilidad es extrapolable a otras áreas del conocimiento, en la cual ha alcanzado impactos positivos, como lo mencionan **Domínguez et al. (2017)**, quienes con base en la investigación determinaron que el aula invertida generó un alto rendimiento académico y una satisfacción en sus participantes en la enseñanza de ciencias médicas.

Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se ha llevado a cabo la investigación de una experiencia educativa que compara el rendimiento académico utilizando el aula invertida y una metodología tradicional, en la cual se toma dos grupos de primer nivel de la carrera de Mecatrónica en la asignatura de Cálculo Diferencial. Los resultados obtenidos evidencian que al aplicar la metodología aula invertida en el proceso de enseñanza aprendizaje se encuentra un mejor desempeño del estudiantado, una notable mejora en el proceso de construcción del conocimiento, apoyado en el trabajo dinámico tanto individual y colaborativo, adquisición de autonomía para el trabajo, desarrollo de actitudes de participación, compromiso e interés de investigar sin perder la motivación.

Los beneficios del método son indudables y su validez se ha demostrado a través de varios estudios en varios campos y a diferentes niveles de preparatoria. Un mejor desempeño en el rendimiento académico del estudiantado de cálculo diferencial se ha llevado a cabo a través de la aplicación del aula invertida. Esta es una metodología que flexibiliza y adapta el currículo ordinario a necesidades particulares, y lo más significativo, es un método que *obliga* al estudiantado a participar activamente en la construcción de su conocimiento y al personal docente a utilizar acciones participativas acorde al avance de las TIC. En conclusión, desarrolla en el estudiantado las competencias de conocer, hacer e interactuar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La aplicación del aula invertida garantiza la consecución de un aprendizaje significativo, puesto que toma en cuenta todas las fases del ciclo de aprendizaje, esto es, conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación.

La aceptación por parte del estudiantado a trabajar con este método del aula invertida fue progresiva y satisfactoria, este hecho deja la posibilidad de probar en otras asignaturas lo que permitiría fortalecer y validar su eficiencia y utilidad.

Para aplicar este método de enseñanza aprendizaje, el estudiantado necesita de mínimos recursos tecnológicos y un aceptable manejo de la tecnología, situación de la que no toda la población dispone, por tal razón se puede señalar que no es cien por ciento aplicable en todos los casos.

Los resultados alcanzados con la metodología del aula invertida muestran efectos satisfactorios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es recomendable que las entidades educativas brinden al apoyo necesario para permitir profundizar en su uso y concomitantemente en sus efectos positivos. Esto implica que su aplicación se pueda extrapolar a otras áreas del conocimiento.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Referencias

- Amstelveen, R. (2019). Flipping a college mathematics classroom: An action research project. *Education and Information Technologies*, 24(2), 1337-1350. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9834-z>
- Awidi, I. T. & Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers & Education*, 128, 269-283. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.013>
- Batistello, P. & Cybis Pereira, A. T. (2019). El aprendizaje basado en competencias y metodologías activas: Aplicando la gamificación. *Revista científica de Arquitectura y Urbanismo*, 40(2), 31-42. <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/536>
- Berenguer Albaladejo, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. En M. T. Tortosa Ybáñez, S. Grau Company, & J. D. Álvarez Teruel (Coords.), *XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: Enfoques pluridisciplinares*. (pp. 1466-1480). https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59358/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_108.pdf
- Bergmann, J. & Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase. Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar*. Ediciones SM. https://aprenderapensar.net/wp-content/uploads/2014/05/156140_Dale-la-vuelta-a-tu-clase.pdf
- Bhagat, K. K., Chang, C.-N., & Chang, C.-Y. (2016). The impact of the flipped classroom on mathematics concept learning in high school. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 134-142. <https://www.jstor.org/stable/pdf/jeductechsoci.19.3.134.pdf>
- Bishop, J. L. & Verleger, M. A. (2013, June). The flipped classroom: A survey of the research. En *ASEE Annual conference & Exposition*, Atlanta, Georgia. <https://doi.org/10.18260/1-2--22585>
- Domínguez, L. C., Sierra, D., Pepín, J. J., Moros, G., & Villarraga, A. (2017). Efecto del aula invertida extendida a simulación clínica para la resucitación del paciente traumatizado: Estudio piloto de las percepciones estudiantiles sobre el aprendizaje. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 45(2), 4-11. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2017.07.011>
- Fidalgo Blanco, A., Sein-Echaluce Lacleata, M. L., Borrás Gené, O., & García Peñalvo, F. J. (2014). Educación en abierto: Integración de un MOOC con una asignatura académica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 15(3), 233-255. <https://doi.org/10.14201/eks.12226>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2020). *Ventajas reales en la aplicación del método de aula invertida-Flipped Classroom*. Grupo GRIAL. [https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1896/1/Informe%20Ventajas indicadores Flip.pdf](https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1896/1/Informe%20Ventajas%20indicadores%20Flip.pdf)

- Gómez-Tejedor, J. A., Vidaurre, A., Tort-Ausina, I., Molina-Mateo, J., Serrano, M. A., Meseguer-Dueñas, J. M., Martínez Sala, R. M., Quiles, S., & Riera, J. (2020). Effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab. *Computers & Education* 144, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103708>
- González Gómez, D., Jeong, J. S., & Gallego Picó, A. G. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo "Flipped": Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35(2), 71-87. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2233>
- Herreid, C. F. & Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62-66. <http://www.jstor.org/stable/43631584>
- Hinojo Lucena, F. J., Aznar Díaz, I., Romero Rodríguez, J. M., & Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18. <http://hdl.handle.net/11162/184523>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL). (2019). *Informe de resultados nacional Ser Bachiller, año lectivo 2018-2019*.
- Jiménez Hernández, D., González Ortiz, J. J., & Tornel Abellán, M. (2020). Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(1), 76-94. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8173>
- López Moreno, M. (2014, 07 de julio). Aula invertida: Otra forma de enseñar y aprender. *Nube Mía Tú Academia en la nube*. <https://www.nubemia.com/aula-invertida-otra-forma-de-aprender/>
- Meseguer-Dueñas, J. M., Quiles, S., Sabater I Serra, R., Serra, I., Serrano, M.A., Gómez-Tejedor, J. A., García Sánchez, T., Tort-Ausina, I., Molina-Mateo, J., Gámiz-González, M. A., Riera, J., & Vidaurre, A. (2020, 2- 4 de marzo). Effect of the use of videos in the pre-class preparation of laboratory sessions taught by flip teaching. *Proceedings of the 14th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 6107-6112). <https://doi.org/10.21125/inted.2020.1654>
- Mestre-Mestre, E. M., Fita, I. C., Fita, A. M., Monserrat, J. F., & Moltó, G. (2015, 14-16 de octubre). Aula inversa en estudios tecnológicos. *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)*. <https://www.grycap.upv.es/gmolto/publications/preprints/Molto2015aie.pdf>
- Reyes Pinzón, M. E. & Hernández Mijangos, I. A. (2020). El aula invertida aplicada a estudiantes normalistas. *Revista RedCA*, 2(6), 32-47. <https://doi.org/10.36677/redca.v2i6.13938>



<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15855>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Rojas-Celis, C. & Cely-Rojas, V. (2020). Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida. *Revista científica*, 37(1), 58-66. <https://doi.org/10.14483/23448350.15064>
- Sandrone, S., Berthaud, J.V., Carlson, C., Cios, J., Dixit, N., Farheen, A., Kraker, J., Owens, J. W. M., Patino, G., Sarva, H., Weber, D., & Schneider, L.D. (2020). Strategic Considerations for Applying the Flipped Classroom to Neurology Education. *Annals of Neurology*, 87(1), 4-9. <https://doi.org/10.1002/ana.25609>
- Torrecilla Manresa, S. & García García, M. (2020). Flipped Classroom: estrategias de aprendizaje y rendimiento en ciencias. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (72), 112-124. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.72.1525>
- Tourón, J., Santiago, R. y Díez, A. (2014). *The flipped classroom. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Digital-Text. <https://www.amazon.es/Flipped-Classroom-convertir-aprendizaje-Innovaci%C3%B3n-ebook/dp/B00OKKSHKG>
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. Online instruction at home frees class time for learning. *Education Next*, 12(1), 82-83. <https://bit.ly/3yb8gmT>

