

# Diseño de enseñanza del cálculo mediante la metodología Flipped Classroom en estudiantes de Ingeniería

**Mauricio Gallardo Caballero**  
Universidad de las Américas  
Concepción, Chile  
mgallardo@udla.cl

**Maritza Galindo Illanes**  
Universidad San Sebastián  
Concepción, Chile  
maritza.galindo@uss.cl

**Denise Chamoro Manríquez**  
Universidad Católica de la  
Santísima Concepción  
Concepción, Chile  
dchamorro@ucsc.cl

## RESUMEN

En este trabajo presentamos un diseño de enseñanza de cálculo de varias variables dirigido a estudiantes de ingeniería civil industrial. El diseño metodológico está basado en la aplicación de la estrategia flipped classroom e incorpora materiales manipulativos y tecnológicos en los tópicos de la asignatura. Se proponen 10 actividades que permiten una aproximación global a los conceptos del cálculo de varias variables, utilizando diversas representaciones en el diseño metodológico. En consecuencia, consideramos que la metodología activa diseñada y con fuerte componente TIC acrecentará la motivación y el trabajo tanto autónomo y colaborativo de los estudiantes.

### Palabras claves

Enseñanza; TIC; Flipped Classroom; Cálculo en varias variables; Educación en ingeniería.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las escuelas de ingeniería están interesadas en estructurar sus carreras orientadas al desarrollo de competencias (Letelier, López y Pérez, 2005), promoviendo un cambio profundo en la readecuación del contenido disciplinario en las ciencias básicas y en la evaluación formativa orientada hacia sus resultados de aprendizaje (Alvarado, Galindo y Retamal, 2018). Esto involucra el desafío de repensar la metodología de enseñanza, suscitando aprendizajes activos de participación y compromiso de los estudiantes, desarrollando habilidades de trabajo autónomo y de equipo con uso de tecnologías. Sin embargo, la asignatura de cálculo en varias variables es considerada difícil para los estudiantes de ingeniería, y si bien los nuevos modelos curriculares consideran el rol activo de los estudiantes, éstos no son asimilados por los profesores, descuidando el desarrollo de la comprensión de conceptos importantes y sus aplicaciones en la ingeniería.

La asignatura de cálculo de varias variables proporciona soluciones a diversos problemas de la ingeniería, a través de la evaluación del comportamiento de modelos matemáticos representativo de situaciones reales. Sin embargo, los tópicos abordados conjugan muchos conceptos (función real de una

y varias variables, vectores, parametrizaciones de curvas, ecuación de una recta, límite de una función real de una y varias variables, extremos relativos, etc.), diversos tipos de lenguaje y representaciones, propiedades, procedimientos y argumentos. Lo que ha evidenciado una comprensión superficial del cálculo, si bien muchos estudiantes pueden aprender a realizar de forma mecánica cálculos y resolver algunos problemas, se encuentran grandes dificultades para alcanzar una verdadera comprensión de los tópicos involucrados.

La experiencia docente indica que en el nivel universitario los estudiantes no logran comprender conceptos relacionados con la cálculo y determinar las múltiples aplicaciones intramatemática (cálculo de derivadas parciales e integrales múltiples, variación de la función en un instante, razón de cambio, aproximación de una función a través de la diferencial total, cálculo de volumen, área, longitud, teorema de Gauss, Teorema de Stoke) y extra-matemáticas (construcción de funciones económicas, de producción y utilidad, resistencia de materiales y fluidos, uso de la derivada parcial en el cálculo de marginales, optimización lineal o no lineales de procesos industriales, uso de la integral múltiple cubicación de materiales). Por este motivo, las orientaciones sobre la enseñanza del cálculo promueven la innovación metodológica activa con distintos dispositivos didáctico, y cuya efectividad se favorece con una enseñanza apoyada con recursos tecnológicos.

El objetivo de este trabajo es presentar un diseño de enseñanza basado en el modelo de aprendizaje invertido en la asignatura de cálculo en varias variables, dirigida a estudiantes de Ingeniería Civil Industrial, y que considera un acercamiento global a la comprensión de los contenidos y sus aplicaciones en contexto, con el fin de que los estudiantes alcancen los resultados de aprendizajes declarados en el programa de la asignatura.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. El cálculo en ingeniería.

La asignatura de Cálculo es considerada difícil por estudiantes de ingeniería, con bajos niveles de resultados de aprendizaje (Hitt, 2005). Consideramos como posibles

causas la implementación de nuevos procesos curriculares no asimilado por los docentes, escaso manejo de los docentes en metodologías de enseñanza y la estructura de un programa de actividad curricular extensa y poco flexible. Esto conlleva a una carencia de los docentes a evaluar por resultados de aprendizaje, continuación con propuestas de actividades algebraicas y descontextualizadas en el aula, escasa comprensión de conceptos fundamentales de los estudiantes y en consecuencia un alto porcentaje de reprobación de la asignatura. En carreras de ingeniería existe un considerable retraso en la malla curricular de las especialidades. En particular, en una universidad de la Octava región de Chile, la tasa de retención de los estudiantes de tercer año es del 32,55% y la tasa de titulación efectiva es del 13,20% siendo la más crítica la ingeniería civil.

Las Escuelas de Ingeniería están presentando nuevos modelos educativos basados en competencias; destacando el rol activo del estudiante, la utilización de recursos informáticos y de plataformas virtuales de aprendizaje en la docencia y la preparación del profesorado en metodologías de enseñanza actualizada (Alvarado, Galindo y Retamal, 2018). Así, la directriz es implementar un currículo menos técnico y cada vez más práctico ha suscitado un interés sobre la enseñanza en asignaturas de Cálculo. En correspondencia a lo anterior, este trabajo tiene presente que la asignatura de Cálculo en Varias Variables pertenece al ámbito profesional del programa de estudios de la carrera y que su propósito formativo es entregar a los estudiantes los conocimientos necesarios para trabajar con funciones matemáticas en variables reales y aplicaciones de la derivada parcial en el planteamiento y resolución de problemas aplicados a ingeniería, a través de los resultados de aprendizaje declarados en el programa curricular.

## 2.2. Metodología de Flipped Classroom.

La Flipped Classroom es un modelo pedagógico que invierte el proceso tradicional de enseñanza y aprendizaje, es decir, el estudiante adquiere los conocimientos fuera del aula y el profesor utiliza el tiempo de la clase para consolidar los conocimientos mediante actividades de trabajo colaborativo (The Flipped, <https://www.theflippedclassroom.es/>). Este modelo es una instancia de aprendizaje no solo presencial, promueve el uso de diversos recursos tecnológicos y fortalece competencias metacognitivas (Tourón y Santiago, 2015). La metodología favorece el aprendizaje autónomo, desarrolla hábitos, autorregulación y autogestión, el estudiante asume un rol más protagónico de su aprendizaje y el profesor posee más tiempo para individualizar la enseñanza, tiene presente el ritmo de aprendizaje de los estudiantes, promueve la interacción social y la resolución de problemas de forma colaborativa (Aguilera et al., 2017; Gonzáles y Yáñez 2016; Hernández y Tecpan, 2017; Platero, Tejeiro y Reis, 2015; Martín y Tourón, 2017; Núñez y Gutiérrez, I., 2016). En la literatura son escasas las aplicaciones de esta metodología en asignaturas de cálculo

dirigida a estudiantes de ingeniería. No obstante, en los últimos años ha habido un incremento en las investigaciones referentes a la eficacia y percepción de la metodología flipped classroom (Gonzáles et al., 2017; Martín y Campión, 2015; Sánchez, Solano y González, 2016; Ojando, Simón, Prats y Ávila, 2016; Torrecilla, 2018) cuyos resultados en general son positivos, los estudiantes declaran satisfacción y motivación luego de implementada dicha estrategia.

En concordancia con Fornons y Palau (2021) planteamos, que la implementación de la Flipped Classroom en la asignatura de Cálculo dirigido a estudiantes de Ingeniería, permitirá un aprendizaje guiado de los resultados de aprendizajes esperados del curso, una apropiación del conocimiento y una actitud positiva de los estudiantes hacia las matemáticas, además de promover el desarrollo de recursos tecnológicos y la resolución de problemas de forma colaborativa.

## 2.3. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación y en la enseñanza del cálculo.

Las TIC son una herramienta indispensable en la incorporación de saberes en forma presencial o virtual, facilitando el trabajo autónomo y colaborativo de los estudiantes (López y Hernández, 2016; Ahumada, 2013), y usadas de forma eficiente pueden provocar cambios sustanciales en la educación (Tourón y Santiago, 2015). En Lagrange et al. (2001) se presentaron los resultados de un meta-análisis de más de 600 publicaciones de los últimos años con informes de investigaciones y experiencias de innovación sobre el uso de las TIC en la Educación Matemática.

La integración de las TIC en el proceso de enseñanza fortalece competencias metacognitivas (Tourón y Santiago, 2015), *“cuando las TIC se utilizan como complemento de las clases presenciales (o como espacio virtual para el aprendizaje, como pasa en los cursos online) podemos considerar que entramos en el ámbito del aprendizaje distribuido, planteamiento de la educación centrado en el estudiante que, con ayuda de las TIC posibilita el desarrollo de actividades e interacción tanto en el tiempo real como asíncronas. Los estudiantes utilizan las TIC cuando quieren y donde quieren (máxima flexibilidad) para acceder a la información, para comunicarse, para debatir temas entre ellos o con el profesor, para preguntar, para compartir e intercambiar información”*, (Márquez, 2012).

En el transcurso de los años las TIC han sido un aporte en los procesos de enseñanza de los distintos objetos matemáticos del cálculo, David Tall et. al (2001) comenta que, de todas las áreas de Matemáticas, el área del cálculo es la que ha recibido el mayor interés e inversión en el uso de la

tecnología, ya que permite aproximarse a los conceptos considerando diversas representaciones. Por ejemplo, la investigación presentada en Navarro et al. (2016) muestra una secuencia didáctica apoyada en la tecnología para la construcción del concepto derivada en problemas de optimización. Se plantea una actividad a alumnos de Educación Superior con hoja de trabajo, manipulable físico y archivo de GeoGebra para resolver un problema de optimización de contexto de la vida cotidiana.

Finalmente, agregar que la presente investigación se desarrolla en una universidad chilena, cuyo modelo educativo considera el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como un aspecto primordial y, por ello, el uso de recursos digitales es una pieza fundamental del proceso de formación de los estudiantes, la institución cuenta con una importante infraestructura tecnológica y ha incorporado, de forma transversal, múltiples servicios y recursos que evidencian su sello institucional. Lo que ha permitido integrar sin dificultades las TIC en el diseño instruccional de la asignatura, la cual posee, una plataforma virtual Moodle que facilita la comunicación entre docentes y estudiantes, incorporando funciones básicas como calendario de evaluaciones, material de clase, mensajes del docente a todos los estudiantes de la sección respectiva, entre otras, que promueven el desarrollo autónomo para el logro de los resultados de aprendizaje.

## METODOLOGÍA

### 2.1. Participantes

Participaron en la investigación 101 estudiantes que pertenecen a la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Facultad de Ingeniería y Negocios (FINE), con edades entre 19 y x46 años, de Universidad de Las Américas de Chile.

El plan de estudios de Ingeniería Civil Industrial considera la asignatura de cálculo en varias variables el tercer semestre académico, y tiene como prerrequisito las asignaturas de Cálculo Integral o Cálculo II, por lo que la asignatura de Cálculo en Varias Variables es una asignatura que requiere de los fundamentos teóricos entregados por el cálculo en dos variables y extiende el estudio a funciones de varias variables y resolución de problemas más complejos presentes en el área de ingeniería.

El programa de actividad curricular comprendía a la semana 2 horas de cátedra, 1 hora de práctica. El curso lo componían dos profesores, quienes tienen 17 años de experiencia en la enseñanza del cálculo en el nivel universitario. Además, en las sesiones de taller y práctica las actividades de aprendizaje fueron apoyadas por otros dos profesores con formación en

cálculo. Así, el curso contempló 2 secciones de 54 y 47 estudiantes.

## 2.2. Trayectoria didáctica

### 3.2.1. Bases para una propuesta didáctica.

El plan de intervención consideró, para el desarrollo de la enseñanza del cálculo en varias variables, los siguientes elementos:

- a) Acción didáctica. El diseño instruccional está organizado en 4 unidades de aprendizaje; funciones en varias variables reales, derivadas parciales, optimización e integración múltiple. La asignatura considera el desarrollo de 9 resultados de aprendizaje; RAA1: Analizar gráficamente una función en dos variables construida con la ayuda de TIC para identificar dominio, recorrido y límite de la Función, RAA2: Utilizar derivadas parciales en la resolución de problemas aplicados a la ingeniería. RAA3 Utilizar derivadas parciales para verificar la solución de una ecuación diferencial definida en contexto, RAA4: Modelar problemas aplicados a la ingeniería que conduzcan a la clasificación de extremos de una función, RAA5: Modelar problemas contextualizados que permiten la clasificación de los extremos de una función sujeta a una restricción, RAA6: Determinar el área encerrada entre curvas, utilizando integrales dobles en un problema contextualizado, RAA7: Determinar el volumen de una superficie a través de integrales triples aplicadas en un problema contextualizado, RAA8: Resolver integrales múltiples con cambios de coordenadas en problemas contextualizados y RAA9: Demostrar una actitud responsable hacia las exigencias propias de la asignatura. De donde emergen los distintos significados y múltiples aplicaciones en las ciencias de la ingeniería.
- b) en dos situaciones-problemas, cada una de ellas en torno a un problema principal de aprendizaje de la derivada. CP1: Interpretación geométrica de la derivada y CP2: Problema de máximos y mínimos, de donde emerge el significado de la derivada y múltiples aplicaciones en las ciencias de la ingeniería.
- c) Materiales y recursos. Las actividades pretendidas son variadas e incorporan distintos dispositivos; como, por ejemplo, capsulas educativas (diseñadas por el docente) y uso de los programas Symbolab, Wolfram Alpha,

GeoGebra, código QR (programas de libre acceso)

- d) Sesiones sincrónicas y asincrónicas. La trayectoria didáctica considera sesiones sincrónicas y asincrónicas dirigidas por el docente. Las sesiones sincrónicas se desarrollan en los horarios establecidos y requieren de la interacción del estudiante. Sin embargo, las sesiones asincrónicas no tienen horario establecido y considera el trabajo autónomo del estudiante. La actividad de aprendizaje comienza con una sesión no presencial de trabajo autónomo, mediante la revisión de cápsulas educativas, apuntes teórico-práctico y actividades guiadas, disponibles en la plataforma virtual Moodle. Posteriormente, en las sesiones presenciales el docente activa los conocimientos mediante una lluvia de ideas y tutoría de consultas sobre el tema. Los estudiantes desarrollan tareas que le permitan consolidar lo aprendido de manera autónoma a través de actividades grupales

colaborativas de representaciones gráficas, computaciones y algebraicas.

- e) Tipos de actividades. Pretendemos un acercamiento global a los tópicos de la asignatura de cálculo diferenciando tres tipos de representaciones en las actividades: la primera de ellas, la representación manipulativa (el estudiante trabaja con dispositivos manipulativos, papel-lápiz, cartulina o calculadora, sin utilizar notación o cálculo algebraico), la segunda es la representación computacional (amplia el lenguaje, sobre todo en las representaciones gráficas dinámicas, se utilizan programas computacionales como Symbolab, Wolfram Alpha y GeoGebra ) y la tercera es la representación algebraica (se caracteriza por el lenguaje simbólico y la demostración deductiva, los procedimientos son analíticos y algebraicos).

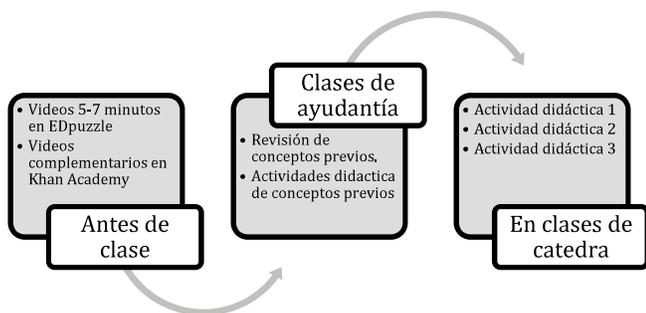
### 2.3. Desarrollo de la enseñanza

La primera semana la clase es totalmente sincrónica, se explica la metodología de Flipped Classroom a los estudiantes, deberes que deberá llevar a cabo el docente y los estudiantes. Además, se capacita en conceptos básicos de de TIC, como SymboLab, WolframAlpha y GeoGebra y como estos se integran en el curso.

A partir de la semana se aplica la metodología de Flipped Classroom en la cual, en las sesiones asincrónicas, el estudiante fuera del aula de clases, en un tiempo inferior a una hora, a través de videos interactivos con EDpuzzle realiza una asimilación de contenidos, revisando material complementarios videos de 5 a 7 minutos de máximo y material complementarios, videos generalmente Khan Academy. Luego en las actividades sincrónica (dentro del aula de las clases), existen dos momentos. La sesión de ayudantía previa a la clase en la cual se nivelan concepción previos a la clase, introduciendo material escrito el cual es complementario a la clase inicial.

Así en clases de cátedra se desarrolla la siguiente secuencia didáctica, dividida en tres partes

- **Activación de conceptos previos:** de acuerdo al material revisado de forma asincrónica en la semana, se hace una activación de estos conceptos a través de la Gamificación, específicamente se realizan 4 o 5 preguntas en Kahoot, entregando retroalimentación inmediata por cada pregunta, con duración máxima 20 minutos
- **Desarrollo de la clase:** posteriormente de forma cronometrada y grupal los estudiantes resuelven cada una de las actividades, con una duración de máxima de 20 minutos cada una, en esta etapa el profesor es un facilitador de la enseñanza y además los estudiantes deberán integrar herramientas TIC para el desarrollo de actividades tanto GeoGebra para realizar visualizaciones en 2D y 3D, como WolfraAlpha y/o SymboLab para el desarrollo algebraico y comprobación de resultados.
- **Cierre de la clase:** En la etapa final existen dos momentos, en una un representante de cada grupo se dirige a otro cualquiera y presenta la estrategia desarrollada en la clase dando origen a distintas alternativas de solución, posteriormente el docente hace retroalimentación de aspectos generales de cada ejercicio y lo visto en desarrollo de actividades de los alumnos.



### 3. CONCLUSIONES

La disponibilidad de tiempo y el conocimiento previo de los estudiantes hace que los profesores no presten suficiente atención a su enseñanza. Más aún, en las asignaturas de la línea matemática, predomina la enseñanza formal enfatizando el lenguaje algebraico. Nuestra propuesta de enseñanza considera un acercamiento global por medio de actividades diferenciadas que consideran representaciones gráficas, tabulares, verbales y algebraicas. Esto es hoy posible gracias a los softwares dinámicos con capacidades gráficas y de simulación, así como recursos de applets disponibles en la web. La siguiente etapa en nuestra investigación es experimentar esta propuesta didáctica, evaluando el cumplimiento de los resultados de aprendizaje declarados en el programa de cálculo de varias variables en estudiantes de ingeniería. Esperamos contribuir a una mejor comprensión de la didáctica del cálculo en la universidad.

### 4. REFERENCIAS

[1] Autores.

Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano M., & Casiano, C. (2017). El modelo flipped classroom. Universidad de Almería. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista de Psicología*, 4(1) 261-266. Recuperado de: <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>

Ahumada, M. E. (2013). Las Tic en la Formación basada en Competencias. *Revista Universidad de la Salle*, (60), 141-157. Recuperado de: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/2388/2133>

Flores, A. (2014). Enfoque conceptual del cálculo en la formación de docentes: Ejemplos con uso de tecnología interactiva. *Revista el cálculo y su enseñanza*, 5 (5), 1-26.

García, M., & Flores, C. D. (2016). Diseño de una situación de aprendizaje para la comprensión de la derivada. *Unión*, (46), 49-70.

Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26 (1), 39-88.

Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C., y Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, 31(57), 90-113.

González, D., Jeong, J. S., Cañada, F., & Gallego, A. (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*, 35(2), 71-87. Recuperado de:

<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/324223>

Hernández-Silva, C., & Tecpan Flores, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193-204.

Letelier, M., López, L., Carrasco, R., y Pérez, P. (2005). Sistema de competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería. *Revista Facultad de Ingeniería-Universidad de Tarapacá*, 13(2), 91-96. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rfacing/v13n2/ART11.pdf>

López, R., y Hernández, M. (2016). Principios para elaborar un modelo pedagógico universitario basado en las TIC. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(4), 1-19. Recuperado de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/450/241>

Martín, D., & Campión, R. S. (2015). ¿Es el flipped classroom un Modelo Pedagógico eficaz?. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (285), 29-35.

Martín, D., & Tourón, J. (2017). El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 20 (2).

Merla, A. E., & Yáñez, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 8 (16), 67-77.

Núñez, A., & Gutiérrez, I. (2016). Flipped learning para el aprendizaje de inglés en educación primaria. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (56), 89-102. Recuperado de: [http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/viewFile/654/Edutec\\_n56\\_Nu%C3%B1ez\\_Gutiérrez](http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/viewFile/654/Edutec_n56_Nu%C3%B1ez_Gutiérrez)

Ojando, E. S., Simón, K., Prats, M. A., & Ávila, X. (2016). Experiencia de Flipped Classroom en tres escuelas de educación primaria de Barcelona. *Comunicación y Pedagogía: Nuevas Tecnologías y Recursos Didácticos*, (285-286), 53-58.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2013). Enfoques estratégicos sobre las TICs en educación en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile: UNESCO. Recuperado de <http://goo.gl/JJpsVs>

Pino-Fan, L., Castro, W. F., Godino, J. D., & Font, V. (2013). Idoneidad epistémica del significado de la derivada en el currículo de bachillerato. *Paradigma*, 34(2), 123 – 150.

Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2013). Diseño y aplicación de un instrumento para explorar la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores sobre la derivada (segunda parte). *Revista*

*Eletrônica de Educação Matemática*, 8, Ed. Especial (dez.), 1 – 47. Recuperado de: [https://www.ugr.es/~jgodino/eos/LPino\\_REVEMAT\\_2013-2.pdf](https://www.ugr.es/~jgodino/eos/LPino_REVEMAT_2013-2.pdf)

Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2015). Una propuesta para el análisis de las prácticas matemáticas de futuros profesores sobre derivadas. *Bolema*, 29(51), 60-89.

Platero, J., Tejeiro, M., & Reis, F. (2015). La aplicación del Flipped classroom en el curso de dirección estratégica. XII Jornadas internacionales de innovación universitaria educar para transformar: Aprendizaje experiencial, 119-133. Recuperado de: [goo.gl/vZR8d2](http://goo.gl/vZR8d2)

Rinaudo, M. C., Chiecher, A., & Donolo, D. (2003) Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de Psicología*, 19(1), 107-119. Recuperado de: [https://www.um.es/analesps/v19/v19\\_1/11-19\\_1.pdf](https://www.um.es/analesps/v19/v19_1/11-19_1.pdf)

Sánchez-Matamoros, G., García, M., & Llinares, S. (2006). El desarrollo del esquema de derivada. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 85-98.

Sánchez, M., Solano, I. M, & González, V. (2016). FLIPPED-TIC: Una experiencia de Flipped Classroom con alumnos de Magisterio. *Revista Latinoamericana de tecnología educativa*, 15 (3), 69-81.

Torrecilla, S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76 (1), 9-22. Recuperado de: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2969>

Touron, J., & Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de educación*, (368), 196-208.

Hitt, F. (2005). Dificultades en el aprendizaje del cálculo. En J.C. Cortés y F. Hitt. (Eds.), *Reflexiones sobre el aprendizaje del cálculo y su enseñanza*. (pp. 81-108), México: Morevallado Editores.

Vicent Fornons & Ramon Palau (2021) Flipped Classroom en la enseñanza de las Matemáticas: una revisión sistemática. <https://doi.org/10.14201/eks.24409>