

# **Universidad Tecnológica Nacional**

**Secretaría de Ciencia Tecnología y Posgrado**

**Programa de Tecnología Educativa y  
Enseñanza de la Ingeniería TEyEI**

**Actas de la VII Jornada de Enseñanza de la Ingeniería  
JEIN 2019**

La Plata, octubre de 2019

ISSN 2313-9056

# Últimos avances del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería”

Georgina B. Rodriguez,  
Lorena F. Laugero e Iván L. Depaoli

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional  
Colón 332, San Nicolás

## Resumen

*Este trabajo presenta un resumen de las acciones realizadas dentro del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de ingeniería”.*

*El objetivo principal del proyecto es analizar el impacto de la aplicación de la metodología de aula invertida en cursos de Ingeniería.*

*En particular, esta metodología se fue aplicando gradualmente en el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de tercer año de Ingeniería Industrial. Para ello, se diseñó especialmente material en formato de video con contenidos teóricos y prácticos, además de reestructurar la dinámica de las clases presenciales.*

*En el curso de Cálculo Numérico de Ingeniería Eléctrica, se aplicó también esta metodología en algunos temas.*

*Se han realizado también algunas experiencias aisladas en un curso de Análisis Matemático I. En este caso, se utilizó material disponible en la Web.*

*El impacto de la aplicación de esta estrategia didáctica ha sido favorable, ya que los resultados obtenidos por los alumnos vienen siendo satisfactorios, y mejorando en el transcurso de los años del proyecto.*

**Palabras clave:** *aula invertida, aprendizaje significativo, aprendizaje autónomo.*

## 1. Identificación

El proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de ingeniería”, código SCTyP: TEUTNSN0004031, comenzó a desarrollarse el 1 de enero de 2016. y estaba planificado para

finalizar el 31 de diciembre de 2018, pero se pidió un año de prórroga, por lo que la fecha de finalización será el 31 de diciembre de 2019.

Dentro del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería, el proyecto en particular se inserta dentro de las siguientes áreas prioritarias:

- ✓ La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria.
- ✓ La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.
- ✓ Las tecnologías aplicadas en la educación.

## 2. Introducción

La función del docente debe centrarse en el aprendizaje de los estudiantes y en su formación integral. Para ello, los profesores necesitan nuevas estrategias que ayuden a los estudiantes a involucrarse de manera activa en su propio aprendizaje, a organizar y elaborar nuevos conocimientos integrándolos con experiencias previas, a aprender a pensar, a regular sus motivaciones, a encontrar sentido a lo que hacen para utilizarlo en nuevas situaciones (Crispín, 2011).

El aula invertida es una estrategia de aprendizaje activo que ofrece oportunidades para cambiar la forma de enseñar. Esta metodología (Bergman & Sams, 2012) implica llevar fuera del aula la parte tradicional de la clase, donde el docente expone los temas, para dar lugar en ese período de tiempo a un aprendizaje activo, centrado en el estudiante, mediante discusiones, simulaciones y experiencias. Una manera de hacerlo, captando la atención de los alumnos, es utilizando videos con el contenido de una clase teórico-práctica para ser vistos como tarea previa a la clase, y diseñar actividades para el aula donde los

estudiantes realmente participen, siendo esto último el objetivo principal.

Es importante destacar que con la metodología de aula invertida, el estudiante debe manejar sus tiempos y lugares para cumplir con las actividades que se consignan fuera del aula, lo que lo lleva a desarrollar un aprendizaje autónomo (Crispín, 2011).

Por otro lado, la evaluación es una etapa importante en el proceso de enseñanza, a la que generalmente se le resta importancia, considerándola sólo como un medio para obtener una calificación. Ésta debe ser considerada desde el inicio, y cada evaluación debe tener su correspondiente devolución como cierre del proceso. En los cursos involucrados en el proyecto se está poniendo énfasis en este aspecto.

Los integrantes de este proyecto, siguiendo a Fink (2013) están animándose gradualmente a cambiar su forma de actuar frente al curso, a hacer cosas especiales, diferentes, para mejorar significativamente la calidad del aprendizaje de los estudiantes.

### **3. Objetivos, Avances y Resultados**

#### **3.1 Objetivos**

Se estableció como objetivo general de este proyecto implementar la metodología de “clase invertida” en distintas asignaturas de matemática en carreras de Ingeniería que se dictan en la Facultad Regional San Nicolás (FRSN) y analizar el impacto que produce tanto en docentes como en estudiantes, y fundamentalmente, en los resultados del aprendizaje.

Como objetivos particulares, para lograr el cumplimiento del objetivo general, se propusieron:

- Desarrollar clases con la metodología de “clase invertida”, en particular en un curso de cada una de las asignaturas Análisis Numérico y Cálculo Avanzado (ANyCA) y Análisis Matemático I (AMI)
- Estudiar el grado de satisfacción de los estudiantes en el uso de la metodología de clase invertida.

- Analizar el grado de aceptación de esta metodología en los docentes que lo apliquen.
- Evaluar si esta metodología de enseñanza mejora de alguna manera el aprendizaje.
- Difundir la metodología de “clase invertida” entre los docentes de la Facultad, y brindar asesoramiento a docentes interesados en esta nueva herramienta, tanto en la planificación de actividades como en la realización de material audiovisual para ser utilizado fuera de clase.

#### **3.2 Avances**

Se está aplicando gradualmente la metodología de clase invertida en el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la carrera Ingeniería Industrial. La cantidad de alumnos de este curso viene creciendo, principalmente debido a la alta tasa de recursantes. El cambio de normativa en el reglamento de estudios de la Universidad Tecnológica Nacional con respecto a la aprobación directa, es una de las causas principales.

Todos los años, al inicio del ciclo lectivo, se observa un grupo de alumnos que se inscriben para cursar la materia pero que luego desisten a lo sumo en las dos primeras clases. Este grupo representa en promedio, en los últimos tres años, un 11% de la cantidad de inscriptos. Cabe destacar que, este porcentaje no se lo considera en las estadísticas.

Para el desarrollo de las actividades fuera del aula, se realizaron videos propios utilizando distintas herramientas: Camtasia, PowerPoint, Doceri, Videoscribe. En este curso, se optó por desarrollar temas completos bajo la modalidad de clase invertida. Durante el año 2017, se desarrollaron con esta estrategia de enseñanza, aproximadamente, la mitad de los temas, mientras que en el 2018 casi la totalidad. Durante el primer semestre de 2019, se procedió de igual manera y se fueron completando algunos videos faltantes y modificando otros de los ya existentes.

En general, los estudiantes se mostraron satisfechos al tener material en video para estudiar, y según se pudo comprobar, este material fue consultado nuevamente en vísperas de las evaluaciones, en todos los años. Con respecto a la accesibilidad, en caso que no

dispongan de acceso a internet en sus hogares, pueden acceder desde los laboratorios de informática o bajarlos en sus dispositivos accediendo desde la WiFi disponible en la FRSN.

Este año se puso más énfasis en el tipo de actividades que se propone en el aula, de manera que los estudiantes puedan participar activamente en su proceso de aprendizaje y logren desarrollar habilidades de nivel superior de la Taxonomía revisada de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). También, se trabajó en algunos casos con código de programación en Scilab, además de utilizar herramientas propias que permiten visualizar rápidamente resultados, pudiendo dedicar el tiempo ahorrado en el análisis de la validez de los mismos y resolver problemas de mayor porte. Con la utilización de Moodle, se realiza un seguimiento exhaustivo de las actividades de los estudiantes, siendo una herramienta primordial para la evaluación continua. Durante el desarrollo de cada unidad, se les asigna a los alumnos la entrega de ejercicios resueltos en lápiz y papel (la entrega es vía la plataforma, mediante fotos o escaneos), tal como se plantearon en clase, de manera de afianzar la mecánica de los procedimientos. Esto sirvió muchas veces para volver sobre un tema en particular, al haber encontrado repetición de errores en las resoluciones entregadas.

Otra herramienta ofrecida en la plataforma, muy valorada por los alumnos, son las autoevaluaciones, apuntando a la parte conceptual de la asignatura. Las consignas tienen comentarios de retroalimentación que sirven a los alumnos como modelo de justificación para aquello que se pregunta luego en las instancias evaluativas realizadas al finalizar cada unidad.

### 3.3 Resultados

Se presentan a continuación datos de la asignatura ANyCA, dado que es donde se ha utilizado más asiduamente la metodología en estudio.

Los resultados de aprobación comenzaron a mejorar a partir del año 2017, mientras que la disminución del porcentaje de abandono se produce a partir del año pasado.

En la Tabla 1, se observa el porcentaje de alumnos aprobados a julio 2019, sobre los que finalizaron la cursada en el año correspondiente. Se muestran en la tabla datos desde el año 2015, para tener algunos puntos de comparación con el cursado tradicional debido a que a partir del año 2017, el régimen de aprobación directa se instituyó como obligatorio en la UTN, en conjunto con el régimen de evaluación continua, según la ordenanza 1549.

**Tabla 1.** Porcentaje de alumnos aprobados en ANyCA (sobre los alumnos que finalizaron la cursada)

AÑO	% aprobados
2015	43%
2016	45%
2017	70%
2018	69%

Cabe mencionar que, en el curso de ANyCA 2019, un buen número de alumnos se perfila para la aprobación directa. Por otro lado, como se muestra en la Tabla 2, en los últimos dos años hubo una disminución de los alumnos libres por abandono respecto de los años anteriores. En general, son muy pocos los alumnos que quedan libres por no haber cumplimentado alguno de los requisitos necesarios para conseguir tal condición (por ejemplo, aprobación de la totalidad de las instancias evaluativas).

**Tabla 2.** Porcentaje de alumnos libres en ANyCA

AÑO	% libres
2015	40%
2016	43%
2017	43%
2018	34%
2019	21%

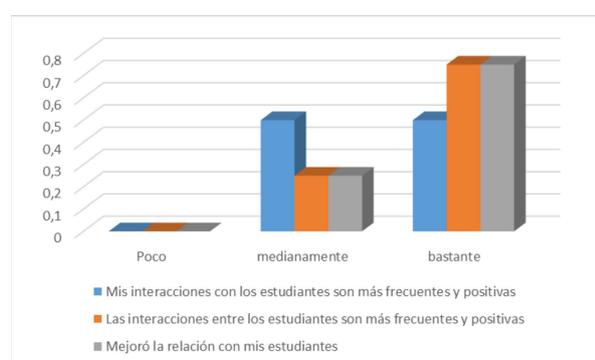
(\*) datos parciales a julio 2019, corresponden a abandono de cursado después del primer parcial.

### 3.4 Opinión de los docentes

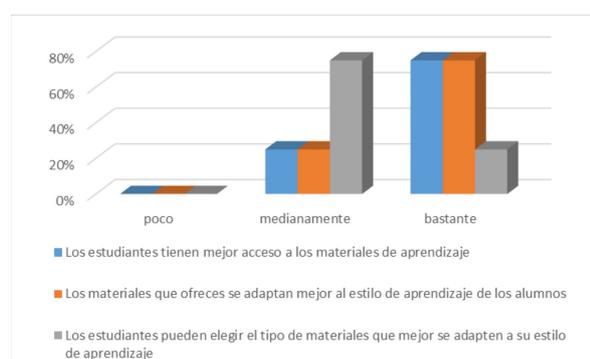
En el año 2018, se realizó una encuesta a los docentes participantes de la experiencia, sobre su percepción respecto de la aplicación de la metodología de aula invertida. Las preguntas consideradas en la encuesta fueron adaptadas de un estudio global sobre Flipped Learning (Santiago & Diez, 2018).

A continuación, se presentan algunos de los resultados obtenidos.

Con respecto a las relaciones docente-alumno y entre alumnos, en la Figura 1 se observa que han mejorado tanto las interacciones entre los alumnos como la relación del docente con sus alumnos.



**Figura 1.** Opinión de los docentes en cuanto a las relaciones e interacciones entre alumnos y entre docente-alumno.



**Figura 2.** Opinión de los docentes en cuanto a la relación de los alumnos con el material de estudio.

En la Figura 2, se muestran los resultados obtenidos sobre la opinión de los docentes en cuanto a su visión respecto de la relación de los alumnos con el material brindado. Como se puede apreciar en este gráfico, la mayoría de los docentes coinciden en que mejoró el acceso de los estudiantes a los materiales de aprendizaje,

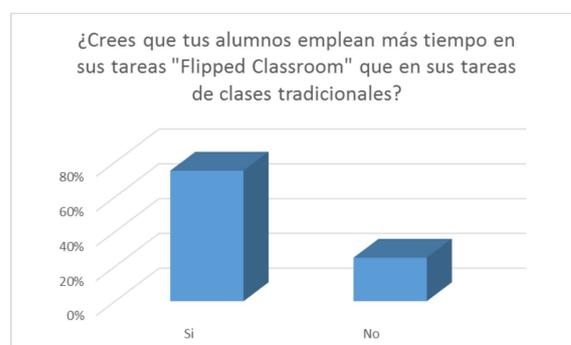
y que éstos se adaptan mejor a los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Los resultados de la encuesta en lo que se refiere a la opinión de los docentes sobre el aprendizaje de los alumnos se presentan en la Figura 3. En ella, se puede ver que los docentes concuerdan en que el aprendizaje se torna más activo, y que los alumnos tienen la posibilidad de tomar decisiones sobre su aprendizaje.



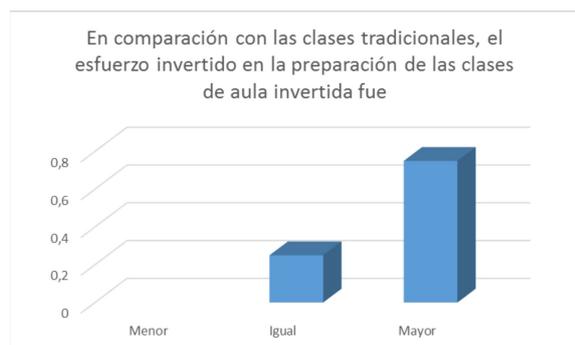
**Figura 3.** Opinión de los docentes en cuanto al aprendizaje de los alumnos.

La Figura 4 muestra que la mayoría de los docentes considera que los alumnos dedican más tiempo fuera de clase con la metodología de aula invertida en comparación con la clase tradicional.



**Figura 4.** Opinión de los docentes en cuanto al tiempo invertido por los alumnos en la metodología de clase invertida.

Por último, en la Figura 5, se muestra la opinión de los docentes en cuanto al esfuerzo que les insume la preparación de las clases y el material utilizando la metodología de clase invertida, comparada con la clase tradicional. Como se puede apreciar, el esfuerzo para la implementación de esta metodología fue importante para la mayoría de los docentes.



**Figura 5.** Opinión de los docentes en cuanto al esfuerzo requerido para preparar las clases.

Se pidió también a los docentes que especifiquen las dificultades respecto de la preparación del material y de las ventajas que observaron al utilizar la metodología de aula invertida (Rodríguez et al, 2018).

Algunas de las opiniones en cuanto a cuáles fueron las mayores dificultades se detallan a continuación:

- ✓ *La preparación del material*
- ✓ *La totalidad de los alumnos no cumplimenta con las tareas asignadas.*
- ✓ *La selección del material en la Web para proponer a los estudiantes.*
- ✓ *La ausencia de algunos estudiantes, en el momento de dar las indicaciones de las tareas fuera del aula.*

Algunas de las ventajas que rescatan los docentes en las experiencias de aplicar la metodología del aula invertida son:

- ✓ *La autonomía en los alumnos. Aprenden a su propio ritmo*
- ✓ *La posibilidad de aprovechar el tiempo en clase de manera diferente*
- ✓ *Poder ver nuevamente en caso de dudas.*
- ✓ *Teniendo en cuenta que cada vez se lee menos, brindarle al alumno otros medios con lo que están más familiarizados y aceptan más.*
- ✓ *Procesar las ideas y generar preguntas claras de manera presencial.*

### 3.5 Opinión de los alumnos

Se realizó una encuesta de opinión a los alumnos sobre el desarrollo de las clases durante el año actual.

Se les preguntó si consideraban interesantes los contenidos de la asignatura, todos respondieron

que si; el 67% dijo que los podría utilizar en otras asignaturas, mientras que el 83% consideraba que podría utilizarlos en su vida profesional.

La totalidad de los alumnos manifestó que las clases resultan dinámicas, aunque no todos sienten haber tenido participación activa en las mismas.

Un 67% de los estudiantes prefiere la modalidad de la clase invertida, mientras que el 33% restante prefiere la modalidad tradicional de impartir la teoría en las horas de clase. A pesar de ello, todos los alumnos utilizan los videos, y si en algún tema falta, lo solicitan. Los momentos de visualización de los videos que registra la plataforma son antes de la clase en que fueron asignados, y antes de las evaluaciones parciales.

Con respecto al material que utilizan para estudiar, también recurren a los sitios Web proporcionados y presentaciones de PowerPoint que se suben a la plataforma, pero en menor medida. Algunos alumnos dicen acudir a recursos externos, apuntes de otras universidades y videos de YouTube. Algunas de las opiniones más relevantes de los alumnos respecto del material brindado fueron:

- ✓ *Me gustó la idea de los videos*
- ✓ *El material fue más que suficiente. Me pareció útil tener videos explicando los distintos métodos estudiados.*
- ✓ *Usar videos es atractivo, y hace que el aprendizaje sea más llevadero.*
- ✓ *Me gustaron tanto la plataforma virtual como las clases interactivas*
- ✓ *Me gustó mucho la propuesta de los videos, porque cuando pierdo algo en clase, lo puedo ver en mi casa. Me ayudó a estudiar.*
- ✓ *Con respecto a los videos disponibles, están bien explicados, y si no entendí algo, lo puedo ver cuantas veces lo necesite.*

Se puede apreciar que el énfasis de las opiniones sobre el material está puesto en los videos. Se preguntó específicamente sobre la preferencia de los tipos de video; dijeron preferir los que están escritos a mano versus los realizados en PowerPoint. Algunas de las razones expuestas fueron:

- ✓ *Parece como si estuvieras en clase*
- ✓ *Son fáciles de seguir*

- ✓ *Porque las explicaciones se van dando paso a paso, a medida que se va escribiendo*
- ✓ *Simulan una clase real*
- ✓ *Prefiero los manuscritos, porque en las diapositivas la información aparece escrita, y pueden perderse algunos detalles.*

Con respecto a la evaluación, todos los alumnos consideran que las autoevaluaciones que se proponen en la plataforma son útiles. Además, indican que los ejercicios que conformaron las instancias evaluativas estaban alineados con los resultados de aprendizaje planteados al iniciar cada unidad, y que fueron apropiados.

#### 4. Formación de Recursos Humanos

Los integrantes del proyecto son cinco investigadores (dos formados, tres en formación) y un graduado con beca de la SCTyP.

#### 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Han sido enviados diferentes trabajos con resultados de la experiencia a distintos congresos y encuentros.

Trabajos ya presentados:

- "Avances del proyecto "Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería" "  
G. Rodríguez, C. Pacini, L. Laugero, M. Gonzalez y N. Cabo  
VI Jornada de Enseñanza de Ingeniería  
Córdoba, 4 y 5 de Octubre de 2018
- "Actions to make learning happen. An experience in Numerical Analysis"  
G. Rodríguez, L. Laugero, I. Depaoli  
13th Annual International Technology, Education and Development Conference  
Valencia, España, 11 al 13 de marzo de 2019  
Publicado por IATED Academy en INTED2019 Proceedings pp.7933-7938.  
ISSN: 2340-1079. L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) ISBN: 978-84-09-08619-1
- "Trabajando con aula invertida en un curso de Análisis Numérico"  
G. Rodríguez, L. Laugero e I. Depaoli

Congreso Latinoamericano "Prácticas, problemáticas y desafíos contemporáneos de la Universidad y del Nivel Superior" Rosario, Argentina, 2 y 3 de Septiembre de 2019.

Fue aceptado para presentar en forma virtual el siguiente trabajo:

- "Is it worth flipping the class in engineering courses? "  
Georgina Rodriguez, Lorena Laugero y Natalia Cabo  
12th annual International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2019), a realizarse en Sevilla, España, en Noviembre de 2019.

#### Referencias

- Crispín Bernardo, M.L. (2011) *Aprendizaje autónomo. Orientaciones para la docencia*. Universidad Iberoamericana. Primera edición electrónica. México.  
<http://www.iberomx/web/filesd/publicaciones/aprendizaje-autonomo.pdf>. Última visita julio de 2019
- Bergmann J. & Sams A. (2012) *Flip Your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. ISTE.
- Fink, L.D (2013) *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses, Revised and Updated*. Ed. Jossey Bass. EEUU
- Anderson L. & Krathwohl, D. (2001) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, New York: Addison, Wesley Longman.
- Rodríguez G., Pacini, C., Laugero, L., Gonzalez M. y Cabo, N. "Avances del proyecto "Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería" Actas de la VI Jornada de Enseñanza de Ingeniería – JEIN2018
- Santiago R & Diez A. (2018) proyecto "The Flipped Classroom" Disponible online en <https://www.theflippedclassroom.es/estudio-global-flipped-learning/> . Última visita julio de 2019.