

# Avances del proyecto

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

Georgina B. Rodriguez, Carina D. Pacini,  
Lorena F. Laugero, M. Celeste Gonzalez y Natalia C. Cabo

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

### Resumen

*Se presentan en este trabajo los avances del proyecto “Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de ingeniería”, luego de 30 meses de ejecución.*

*Dentro de los objetivos del proyecto se contempla aplicar la metodología en algunos cursos de ingeniería, para analizar el impacto que produce tanto en estudiantes como en docentes, y medir los resultados de aprendizaje obtenidos, intentando comparar con cursos donde se aplican metodologías tradicionales. Se proyecta también compartir las experiencias entre los docentes de la casa.*

*Durante el tiempo transcurrido se ha puesto en práctica la metodología en un curso de Análisis Matemático I y en el curso de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de tercer año de Ingeniería Industrial.*

*Para el curso de Análisis Matemático I se ha trabajado con material existente en la web, mientras que para el curso de Análisis Numérico se han diseñado especialmente videos con contenidos teóricos y prácticos.*

*Los resultados obtenidos han sido alentadores, muchos de ellos se han presentado en congresos nacionales e internacionales.*

**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, inició el 1 de enero de

2016 y finaliza el 31 de diciembre de 2018. Se proyecta pedir prórroga de un año.

El proyecto, dentro del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería, se inserta en particular en 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

Los jóvenes de la sociedad actual rápidamente incorporan en sus vidas los avances tecnológicos, y esto demanda un cambio en la enseñanza. Los estudiantes se comunican con otras herramientas, buscan información en medios dinámicos, interactivos. Esto requiere de los docentes cambios en sus estrategias de enseñanza (Anijovich & Mora, 2010), ya no se debe pensar sólo en qué enseñar, sino en cómo hacerlo de manera que promueva el aprendizaje en los estudiantes. Por otro lado, los docentes deben tener en cuenta la demanda de la sociedad en lo que se refiere a qué es lo que se espera de los jóvenes profesionales: aprendizaje continuo, autonomía, trabajo en equipo, entre otras características. Todas estas habilidades deben ser desarrolladas en la educación superior desde los primeros años.

Una estrategia de la que se habla mucho es la de aula invertida (Bergmann & Sams, 2012), puede servir para ello. Esta estrategia propone llevar los contenidos fuera del aula, y aprovechar el tiempo en el aula de manera

activa, centrándose en el estudiante. Se trata de un nuevo modelo pedagógico que ofrece un enfoque integral para incrementar el compromiso y la implicación del estudiante en la enseñanza, haciendo que forme parte de su creación, permitiendo al profesor dar un tratamiento más individualizado (Vidal Ledo et al, 2016).

Por otro lado, esta metodología introduce al estudiante en el aprendizaje autónomo. Éste es un proceso donde el sujeto se autorregula siendo consciente de sus propias formas de organización del trabajo (Crispín Bernardo, 2011). 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.

Los docentes deben animarse a hacer algo diferente, algo especial en sus cursos, que mejore significativamente la calidad del aprendizaje (Fink, 2013), y esto es lo que los integrantes de este proyecto están intentando.

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

#### **3.1 Objetivos**

Se planteó 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 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 y Análisis Matemático I
- 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**

El curso de Análisis Matemático I donde se desarrolla la experiencia es el llamado “curso común”, que se dicta en contraturno. Hay estudiantes de todas las especialidades, muchos de ellos recursan y eligen justamente el horario de este curso para no dejar de asistir a otras materias. Es en general un curso reducido, en comparación con los cursos habituales, en general la cantidad de estudiante es menor a 30, permitiendo una buena relación docente-estudiante, ya que el curso cuenta con un profesor y auxiliar. En este curso se fueron eligiendo temas puntuales para aplicar la nueva metodología. A fines del año 2017 se introdujo el tema sucesiones y series numéricas, con una serie de videos existentes en la web para ser visualizados fuera de las horas de clase, y durante este año se introdujo de la misma manera el concepto de derivada. En las horas de clase destinadas a estos temas se realizaron actividades diferentes a las que se desarrollan en los otros cursos, poniendo énfasis en lograr aprendizaje significativo en los estudiantes.

Se realizaron en ambos casos encuestas para indagar el impacto en los estudiantes, observándose un alto grado de aceptación al hecho de utilizar en la enseñanza herramientas que están acostumbrados a utilizar en otros ámbitos, y también al hecho de poder utilizar el tiempo de clase en forma activa, no simplemente escuchando o copiando.

El otro curso donde se desarrollan experiencias de aula invertida es el de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de Ingeniería Industrial. En los años 2017 y 2018 el curso fue más numeroso que los años anteriores. El año 2017 tuvo una tasa

importante de abandono: superaban los 50 estudiantes al inicio del año, pero no superaban los 35 a mediados de año. El curso 2018 tuvo también una inscripción numerosa, aunque un número considerable de alumnos no inició el cursado, pero de los que lo hicieron, fueron muy pocos los que hasta ahora lo abandonaron.

Para el desarrollo de las actividades fuera del aula, en este curso se optó por realizar videos propios utilizando distintas herramientas: Camtasia, PowerPoint, Doceri. En este curso se optó por desarrollar temas completos bajo la modalidad de clase invertida. Durante el año 2017 se desarrollaron con esta estrategia aproximadamente la mitad de los temas, mientras que en el 2018 casi la totalidad.

En general, los estudiantes se mostraron satisfechos al tener material en video para estudiar, y según se pudo comprobar, este material fue asiduamente consultado en vísperas de las evaluaciones.

Durante el año 2018 se continúan desarrollando videos propios, y se está poniendo más énfasis en las actividades en el aula. Por un lado, se busca lograr mayor participación de los estudiantes facilitando un aprendizaje activo y por otro, se intenta desarrollar habilidades de nivel superior de la Taxonomía revisada de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Se deja a los alumnos trabajar por sí solos o en grupo, en lugar de que los docentes realicen los ejercicios en el pizarrón y los alumnos se limiten a copiar. Se intensificó también el trabajo con herramientas informáticas para visualizar los resultados de la aplicación de los métodos numéricos, y resolver problemas de mayor porte.

La utilización de la plataforma Moodle permite hacer un seguimiento exhaustivo de las actividades de los estudiantes, siendo una herramienta primordial en la evaluación continua. A medida que se va desarrollando cada unidad, se les pide a los alumnos que resuelvan ejercicios en lápiz y papel, con unas pocas iteraciones. Se les pide a los alumnos entonces que suban a la plataforma ejercicios resueltos, así se puede verificar si han entendido el procedimiento. En algunas oportunidades, se ha vuelto a repasar el tema dado que se encontraron errores repetidos en

las resoluciones entregadas. Al finalizar la unidad, antes de la evaluación escrita, se les brinda también la oportunidad de realizar autoevaluaciones, donde todas las preguntas tienen comentarios de retroalimentación.

### 3.3 Resultados

Se presentan a continuación datos de la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado (ANyCA), dado que en ésta se ha ido incrementando el uso de la metodología de aula invertida año a año, a diferencia del curso de Análisis Matemático, que sólo ha hecho experiencias aisladas con algunos temas específicos.

Los resultados de aprobación en el año 2017 mejoraron respecto de años anteriores. En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de alumnos aprobados a julio 2018, sobre los que finalizaron la cursada en el año correspondiente. Para poder comparar con el dictado del curso en forma tradicional, se muestran datos desde el año 2015.

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

AÑO	% aprobados
2015	43%
2016	45%
2017	76%

Se debe tener en cuenta al leer esta tabla, que los alumnos del 2017 tuvieron menos oportunidades de examen que los de los años anteriores. Ayudó a este 76% la aprobación directa implementada desde este año en la Universidad Tecnológica Nacional.

En el 2018, un buen número de alumnos que se perfilan para la aprobación directa.

En el curso de ANyCA del año 2018 se observa una disminución de los alumnos libres por abandono respecto de los años anteriores, como indica la Tabla 2. Cabe destacar que, en años anteriores, la mayoría de los alumnos que quedaron libres lo hicieron por abandono, han sido muy pocos los alumnos que terminaron la cursada y no alcanzaron la condición de regular, por lo que es de esperar este año que este número no se incremente demasiado.

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

AÑO	% libres
2015	40%
2016	43%
2017	43%
2018	21% <sup>(*)</sup>

(\*) datos parciales a julio 2018, corresponden a abandono de cursado.

Esto demuestra que en el grupo de 2018 hay un mayor compromiso de los estudiantes con la asignatura.

### 3.4 Opinión de los docentes

Se realizó una encuesta a los docentes que participan de ambas experiencias, sobre su percepción sobre la aplicación de la metodología de aula invertida. Las preguntas fueron adaptadas de un estudio global sobre Flipped Learning<sup>1</sup>.

En las preguntas presentadas en las Tablas 3, 4 y 5, se utilizó una escala tipo Lickert de 3 valores, donde los mismos significan que coincide (1) poco, (2) medianamente y (3) bastante.

En cuanto a las relaciones docente-alumno y entre alumnos, se presentan los resultados de la encuesta en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Opinión de los docentes en cuanto a las relaciones e interacciones entre alumnos y entre docente-alumno.

	1	2	3
Mis interacciones con los estudiantes son más frecuentes y positivas		50%	50%
Las interacciones entre los estudiantes son más frecuentes y positivas		25%	75%
La relación con mis estudiantes es mejor		25%	75%

Esta tabla denota una buena interacción en el grupo, y con los docentes.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la encuesta sobre las preguntas que indagan sobre los alumnos y el material brindado.

**Tabla 4.** Opinión de los docentes en cuanto a la relación de los alumnos con el material de estudio.

	1	2	3
Los estudiantes tienen mejor acceso a los materiales de aprendizaje		25%	75%
Los materiales que ofrecen se adaptan mejor al estilo de aprendizaje de los alumnos		25%	75%
Los estudiantes pueden elegir el tipo de materiales que mejor se adapten a su estilo de aprendizaje		75%	25%

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la encuesta en lo que se refiere a la opinión de los docentes sobre el aprendizaje de los alumnos.

**Tabla 5.** Opinión de los docentes en cuanto al aprendizaje de los alumnos.

	1	2	3
Los estudiantes trabajan a su propio ritmo.		25%	75%
Los estudiantes tienen más posibilidades de colaborar con otros estudiantes de la clase.		50%	50%
Los estudiantes tienen más posibilidades de tomar decisiones sobre su propio aprendizaje.			100%
El aprendizaje es más activo y experiencial.			100%

Se puede ver aquí que no todos los docentes coinciden, pero sí concuerdan en que el

<sup>1</sup> <https://www.theflippedclassroom.es/estudio-global-flipped-learning/>

aprendizaje es más activo, y que los alumnos tienen la posibilidad de tomar decisiones sobre su aprendizaje.

La tabla 6 reúne la opinión de los docentes en cuanto al tiempo que dedican los alumnos con la metodología de aula invertida en comparación con la clase tradicional.

**Tabla 6.** Opinión de los docentes en cuanto al tiempo invertido por los alumnos en la metodología de clase invertida.

	Si	No
¿Crees que tus alumnos emplean más tiempo en sus tareas "Flipped Classroom" que en sus tareas de clases tradicionales?	75%	25%

En su mayoría, los docentes consideran que los alumnos dedican más tiempo al estudio con esta metodología.

Por último, en la tabla 7 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.

**Tabla 7.** Opinión de los docentes en cuanto al esfuerzo requerido para preparar las clases.

	Menor	Igual	Mayor
En comparación con las clases tradicionales, el esfuerzo invertido en la preparación de las clases de aula invertida fue		25%	75%

Se puede apreciar en estos resultados que el esfuerzo para la implementación de esta metodología fue importante para la mayoría de los docentes, pero los resultados son satisfactorios.

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

- ✓ *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 los docentes que participaron en las experiencias encuentran al aplicar la metodología del aula invertida:

- ✓ *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.*

## 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.

Se estima, en el último tramo del proyecto, sociabilizar las experiencias y resultados obtenidos a los integrantes de la comunidad universitaria de la FRSN que se interesen.

## 5. Publicaciones relacionadas con el PID

Se continuó durante este año socializando la experiencia y los resultados obtenidos en distintos congresos y encuentros.

Se agregan a la lista de trabajos mencionados en los avances de proyecto presentado en el JEIN 2017, los siguientes:

1. "Ensayo y análisis del impacto del modelo de la clase invertida en cursos de carreras de Ingeniería"  
G. Rodríguez, L. Laugero, C. Pacini, M. C. González y N. Cabo  
V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería  
San Nicolás, 5 de octubre de 2017

Publicado en actas ISSN 2313-9056 pp. 119-123

2. "Estrategias metodológicas para promover el compromiso de los alumnos en el estudio de Análisis Numérico. Una experiencia en un curso de Ingeniería Industrial"

G. Rodríguez, L. Laugero y N. Cabo  
X Congreso Argentino de Ingeniería Industrial (COINI 2017)

Buenos Aires, 2 y 3 de Noviembre de 2017  
Publicado en "X congreso argentino de Ingeniería Industrial. Memorias".  
Biblioteca virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales (mayo 2018)

Rubén Mario Lurbé, Iván Barón y Miguel A. Risetto (Eds.)

ISBN-13: 978-84-17211-91-2

<https://www.eumed.net/libros/1740/index.html>

3. "Redesigning the class to engage students in their learning. An experience in numerical analysis"

G. Rodriguez, M. Caligaris & L. Laugero  
Tenth Annual International Conference of Education, Research and Innovation  
Sevilla, España, 16 al 18 de noviembre de 2017

Publicado por IATED Academy en ICERI17 Proc. pp. 6560-6566. ISSN: 2340-1095.

L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.) ISBN: 978-84-697-6957-7

4. "La clase invertida como modelo para la enseñanza de sucesiones y series en un curso de Ingeniería"

G. Rodriguez, M. C. González & C. Pacini  
VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas - IPECyT 2018

Olavarria, 16 al 18 de mayo de 2018

5. "Un análisis de la tasa de aprobación en Análisis Numérico y Cálculo Avanzado en Ingeniería Industrial"

G. Rodriguez, L. Laugero & N. Cabo  
VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y

Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas - IPECyT 2018

Olavarria, 16 al 18 de mayo de 2018

## Referencias

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.

Anijovich R.; Mora S. (2010) *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Grupo Editor. Buenos Aires. Argentina. Primera Edición.

Bergmann J.; Sams A. (2012) *Flip Your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. ISTE.

Crispín Bernardo, M.L. (2011) *Aprendizaje autónomo. Orientaciones para la docencia*. Universidad Iberoamericana. Primera edición electrónica. México.

<http://www.iberomx.mx/web/files/publicaciones/aprendizaje-autonomo.pdf>. Accedido el 21 de julio de 2018

Fink, L.D (2013) *Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses, Revised and Updated*. Ed. Jossey Bass. EEUU

Vidal Ledo, M.; Rivera Michelena, N.; Nolla Cao, N.; Morales Suárez, I.; Vialart Vidal, M. (2016) *Aula invertida, nueva estrategia didáctica*. Educación Médica Superior, 30(3), pp. 678-688,

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412016000300020&lng=es&tlng=es)

21412016000300020&lng=es&tlng=es.

Accedido el 1 de julio de 2018