

## EFFECTIVIDAD DE LA METODOLOGÍA DE AULA INVERTIDA EN UN CURSO DE ÁLGEBRA PARA INGENIEROS

J. A. Cázares Yeverino<sup>1</sup>

G. Rodríguez Morales<sup>2</sup>

M. Hinojosa Rivera<sup>3</sup>

### RESUMEN

En el presente trabajo se discute un análisis comparativo en la implementación de la metodología tradicional y de aula invertida para la enseñanza de un curso de Algebra para Ingeniería a estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FIME- UANL). Se consideraron dos grupos de la misma asignatura durante el semestre Enero-Junio 2015. El grupo 1(G1) con 29 estudiantes fue elegido para la metodología de aula inversa, la cual fue bien aceptada. Se identificaron y determinaron algunos factores como la dependencia al profesor, disciplina de trabajo en casa, bajo nivel de conocimientos previos, la carga de cursos de ciencias exactas en primer año y el proceso de adaptación, entre otros. En el grupo 2(G2) con 43 estudiantes, el mismo curso se impartió de manera tradicional, tomando en cuenta que un sondeo inicial, reveló una actitud de escasa aceptación de nuevas metodologías correlacionada con el horario del curso (14h30). El desempeño académico en ambos grupos fue notablemente distinto, el G1 obtuvo un aprovechamiento mayor en trece puntos porcentuales con respecto al grupo G2, que resultó estadísticamente significativo. Nuestros resultados coinciden cualitativamente con estudios internacionales previos y corroboran además que la metodología de aula invertida promueve un mayor interés y participación que la metodología tradicional, aunque no parece aconsejable en todas las circunstancias. El estudio nos permitió reflexionar sobre la importancia de explorar e implementar nuevas metodologías que permitan desarrollar en el estudiante de ingeniería el perfil analítico necesario para el desempeño de su profesión.

### ANTECEDENTES

La dinámica industrial de la región norte de nuestro país y en nuestro caso específico Nuevo León hacen que este estado sea muy atractivo para la instalación de empresas de nivel internacional, entre sus ventajas competitivas con respecto a otros estados disfruta de una posición geográfica estratégica, nivel socioeconómico estable y una amplia oferta educativa. Como un ejemplo, recientemente la empresa coreana KIA Motors realizó una inversión considerable en la ciudad de Pesquería Nuevo León, de dicha acción se espera una generación de más de 40,000 empleos directos e indirectos.

Este tipo de acciones están demandando más y mejores profesionales en diversas áreas del conocimiento con un perfil internacional que cubra las necesidades de este tipo de organizaciones. En el caso de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), se han realizado notables esfuerzos en términos de vinculación y rediseño de sus planes de estudio (Hinojosa, Reyes, Cázares, 2015) para la formación del capital humano contemporáneo. La oferta educativa de la FIME ([www.fime.uanl.mx](http://www.fime.uanl.mx)) contempla diez programas de licenciatura y una amplia oferta de maestrías tanto en ciencias como profesionalizantes y cinco programas doctorales, la

<sup>1</sup> Profesor, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.  
[acayeve@gmail.com](mailto:acayeve@gmail.com)

<sup>2</sup> Profesor, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.  
[gustavo.rodriguezml@gmail.com](mailto:gustavo.rodriguezml@gmail.com)

<sup>3</sup> Subdirector de Innovación, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.  
[hijosamoises@yahoo.fr](mailto:hijosamoises@yahoo.fr)

gran mayoría de ellas con reconocimiento nacional por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Para satisfacer la demanda de estudiantes en este sector, la FIME ha implementado diversos mecanismos de admisión que permitan efectuar una selección más eficiente a la gran cantidad de estudiantes que desean estudiar ingeniería. La dinámica de admisión a los programas de licenciatura de la FIME se despliega de manera semestral en los meses de Junio y Noviembre, teniendo un promedio cercano a las 5,000 solicitudes de estudiantes en el semestre de verano y 3000 en el de invierno. Naturalmente, existen limitaciones en las capacidades de infraestructura, que conjuntadas con el desempeño en los exámenes de admisión, configuran la matrícula admitida de nuevo ingreso.

El tamaño de los grupos de primer semestre puede considerarse un reto, al oscilar entre 35 a 60 estudiantes, ya que las condiciones de confort, espacio pueden tener un impacto en el proceso enseñanza-aprendizaje tradicional. Adicionalmente, en los programas de ingeniería otro de los retos que hay que enfrentar están relacionado con importantes indicadores como los índices de reprobación y retención (Puryear, 2008), que condicionan una exitosa trayectoria escolar y los deseable niveles de eficiencia terminal (López, Albíter, Ramírez, 2008).

### **La enseñanza tradicional**

La gran mayoría de las escuelas de ingeniería mexicanas continúan usando el sistema tradicional de enseñanza, en donde un alto porcentaje de la responsabilidad recae en el docente. El docente realiza una planeación de las diversas actividades a realizar dentro y fuera del aula, además de diseñar los exámenes los cuales permitirán obtener una nota aprobatoria para acreditar una asignatura.

Como muchas de las áreas de conocimiento, el sistema de educación superior y en particular la formación ingenieril, tiene que adoptar nuevos métodos modernos del proceso enseñanza-aprendizaje o una combinación de estas con el método tradicional (Wouters y van der Spel, 2009); (Guillén Nieto 2012, Conelly 2012), (Hamari 2014), (Dominguez 2013), Szparagowski 2014, Bishoo 2013, Marlow 2012). Esto con el objetivo de aprovechar las tecnologías de información y la flexibilidad que éstas ofrecen para la búsqueda de mejores indicadores de aprovechamiento en la formación de capital humano.

### **Los niveles de grupos y perfiles**

Los altos niveles de los grupos de primer semestre en la FIME, fueron factor fundamental para la exploración de algunos profesores de la implementación de nuevas metodologías de enseñanza aprendizaje, como son el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y el aula invertida.

El aula invertida es un proceso moderno de enseñanza aprendizaje popularizado en el año 2007 por los profesores Jonathan Bergmann y Aaron Sams (Bergmann y Sams, 2012) del instituto Woodland Park en Colorado, EEUU, el cual consiste simplemente en una combinación entre la metodología tradicional y el aprendizaje en línea a través de apoyos audiovisuales, como: videos, tutoriales, animaciones o presentaciones.

## La motivación

La motivación de los profesores que han adoptado estas metodologías en particular la de aula inversa, es incentivar a que el estudiante trabaje de manera independiente en casa y asistir al aula solamente a realizar diversas actividades y/o ejercicios que permitan adquirir destreza en el uso de las ciencias exactas fundamentales para la ingeniería.

El primer año en una formación de ingeniería, la carga académica en ciencias exactas es de gran consideración por lo cual al adoptar o combinar el aula invertida con la tradicional permite al alumno definir una disciplina de trabajo diferente y necesarias para las exigencias de este tipo de formaciones.

## METODOLOGÍA

El dominio del álgebra como parte de las ciencias básicas en una escuela de ingeniería es de gran importancia para la formación del estudiante, ya que permite desarrollar habilidades que serán necesarias para el avance bien consolidado de su formación. Con ésto en mente, para este estudio se seleccionaron dos grupos de la asignatura de álgebra para ingeniería, en uno de ellos se implementó la metodología aula inversa de manera progresiva y en el otro grupo se impartió el curso de manera tradicional.

Las consideraciones más importantes para la esta elección de a cual grupo implementar cierta metodología fueron las siguientes: el tamaño del grupo, el horario del curso, una encuesta de aceptación de las nuevas metodologías y la actitud percibida de los estudiantes.

### Grupo para metodología aula invertida

El grupo 3302 del curso de Algebra del semestre Enero- Junio 2015, estaba formado por 29 estudiantes, de los cuales 24 eran hombres y 5 mujeres, las edades de los estudiantes oscilaban entre los 17 y 20 años de edad.

Al inicio del semestre se aplicó una encuesta de opinión sobre la posibilidad de implementar aula invertida, los resultados de manera general fue una aceptación parcial de la misma, considerando llevar cierta parte del curso de manera tradicional. El tamaño del grupo (29) permitió llevar un seguimiento más puntual sobre los avances de las diversas actividades como: investigaciones en casa, lectura previa, apoyo con medios audiovisuales, tutoriales, entre otras. Para este grupo las actividades fueron ponderadas de la manera siguiente, Tabla 1.

Tabla 1. Ponderación para curso con metodología aula invertida

Actividad/Tema	Ponderación	Aula/Casa	Formato(I/E)	Tiempo(horas)
Números complejos	5	casa	Individual	4
Problemas	5	aula	Equipo	8
Funciones polinomiales	5	casa		4
Problemas	5	aula	Equipo	8
Matrices /determinantes	10	casa		5
Problemas	5	aula	Equipo	10

Algebra Vectorial	10	casa		5
Problemas	5	casa	Equipo	10
Examen Medio curso	25%	Aula	Individual	3
Examen final	25%	Aula	Individual	3
Totales	100%			60/semestre

La ponderación indica un grado de importancia a las actividades fuera de aula, sin embargo la encuesta de opinión además del ritmo de avance durante el cumplimiento del programa trajo consigo cierta flexibilidad de la evaluación final.

Es plausible especular que la alta dependencia del profesor que desafortunadamente los estudiantes adoptan en nivel medio superior fue un factor importante para los ajustes en la adopción de la metodología. En muchos casos el estudiante no cuenta con una disciplina de trabajo autodidacta y el uso de las tecnologías de información y apoyos audiovisuales con fines educativos son muy poco utilizados por los mismos. Esto limitó de manera significativa el avance en la realización de ejercicios en aula, ya que el trabajo en casa pocas veces era realizado.

La evaluación al final del curso proporciono una aprobación del 20% del total de los estudiantes, ligeramente por encima de grupos anteriores, con similitudes en algunas de las actividades realizadas en aula.

Al finalizar el semestre se aplicó una encuesta de opinión sobre la implementación de la metodología de aula invertida, en la cual la aceptación fue positiva sin embargo fue de cierta manera una elección aventurada para los estudiantes, debido al casi nulo conocimiento de la misma por parte de ellos.

### **Grupo para metodología tradicional**

En el grupo 3307 del mismo semestre se aplicó la metodología tradicional para la enseñanza del curso de Algebra, para la implementación de la misma se consideraron los mismos aspectos que para el grupo 3302.

El tamaño del grupo en este caso de 43 estudiantes (39 hombres, 4 mujeres) con el mismo promedio de edad de 17 a 20 años, fue crítico en los resultados finales de aprobación. La encuesta de opinión aplicada al inicio del semestre permitió constatar una actitud poco favorable para la aceptación de metodologías alternas a la tradicional.

La evaluación del desempeño en el curso tradicional recae de gran manera en el profesor, lo cual da lugar a sacrificar profundidad de la revisión debido al tamaño del grupo. La ponderación para este grupo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Ponderación para curso con metodología tradicional

Actividad/Tema	Ponderación	Aula/Casa	Formato(I/E)	Tiempo(horas)
Números complejos	5	Ambos	Ambos	10
Funciones polinomiales	5	Ambos	Ambos	10
Matrices /determinantes	10	Ambos	Ambos	14
Algebra Vectorial	10	Ambos	Ambos	14
Examen Medio curso	35%	Aula	Individual	2
Examen final	35%	Aula	Individual	2
Totales	100%			52/semestre

El porcentaje de aprobación del grupo fue de apenas el 7%, es decir solo 3 de 43 estudiantes obtuvieron una nota aprobatoria del curso, lo cual es un indicador promedio para materias de ciencia básica de primer semestre. En la Figura 1 se muestra un comparativo en cuanto a la efectividad en índice de reprobación con metodología tradicional y aula invertida.

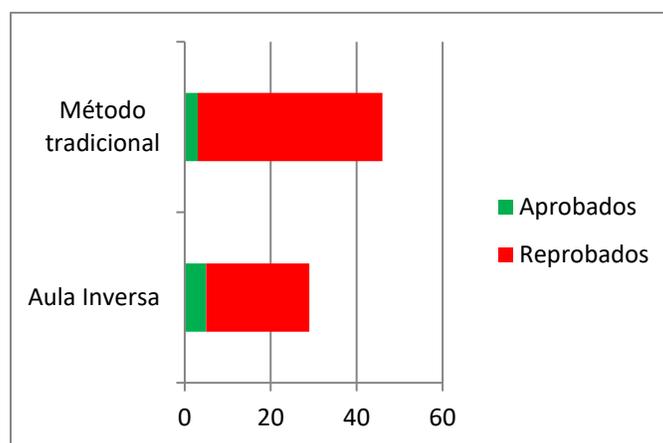


Figura 1. Resultado comparativo de aprobación

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las Universidad públicas y las escuelas con gran demanda como el caso de FIME, deberán implementar estrategias para consolidarse en altos niveles nacionales e internacionales. Los exámenes de admisión o selección para el ingreso a las mismas deberán ser más demandantes sobre todo en el conocimiento básico de las ciencias exactas, lo cual se considera factor en incidencia en indicadores como la eficiencia terminal y el índice de reprobación.

La implementación de metodologías modernas de enseñanza son bien aceptadas por los estudiantes los cuales buena parte de su tiempo tienen acceso a la información de manera rápida con el uso de tabletas electrónicas, teléfonos inteligentes y computadoras móviles. El

grupo 3302 presentó condiciones favorables para obtener al final buenos resultados de aprobación del curso de álgebra para ingeniería.

### **CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES**

La implementación de metodologías como el aula invertida se deberá estar utilizando a la brevedad a nivel medio superior en la UANL con la intención de optimizar el uso de las tecnologías de información y apoyos audiovisuales con fines académicos.

Consideramos que el ingreso semestral por parte de la UANL es un factor importante que permite el acceso a estudiantes con grandes deficiencias en ciencias exactas las cuales son vitales para una formación de ingeniería.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bishop J.L., Verleger M (2013), *The Flipped Classroom: A Survey of the Research*, 120th ASEE Annual Conference, June 2013.
- Connolly T.M., Boyle E. A., MacArthur E., Hainey T, Boyle J. (2012), *A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games*, *Computers & Education* 59, pp. 661–686.
- Domínguez A., Saenz-de-Navarrete J, De-Marcos L, Fernández-Sanz L., Pagés C., Martínez-Herráiz J.J (2013), *Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes*, *Computers & Education* 63, 380–392.
- Guillén V., Aleson-Carbonell M. (2012), *Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal!*, *Computers & Education* 58, 435–448.
- Hamari J., Koivisto J., Sarsa H (2014), *Does Gamification Work? — A Literature Review of Empirical Studies on Gamification*, 47th Hawaii International Conference on System Science.
- Hinojosa M. Reyes-Melo M. E, Cazares J. E. (2015), *Educational Objectives, Outcomes and Competencies Assessment for a Latin American Materials Engineering Program*, 122nd ASEE Annual Conference.
- López Suárez A. Albíter Rodríguez A. y Ramírez Revueltas L. (2008), *Eficiencia terminal en la educación superior, la necesidad de un nuevo paradigma.*, *Revista de la Educación Superior* Vol. XXXVII (2), No. 146, Abril-Junio de 2008, pp. 135-151.
- Marlowe, C (2012) *The Effect Of The Flipped Classroom On Student Achievement And Stress*, Montana State University, Bozeman, Montana, July 2012
- Bergmann J, Sams, A. (2012), *Flip your Classroom*, ISTE, ASD, 2012.
- Puryear J. y Ortega T. (2008), *Building Human Capital: Is Latin American Education Competitive?*, in *Can Latin America Compete?: confronting the challenges of globalization*, edited by Jerry Haar and John Price, Palgrave.
- Szparagowski, Raymond, "The Effectiveness of the Flipped Classroom" (2014). Honors Projects. Paper 127.
- Wouters P., Van der Spek E., Van Oostendorp H. (2009), *Current Practice in serious game research, A Review from a Learning outcomes perspective*, in *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*, IGI Global, 2009.