

# **Formación de competencias en ingeniería validando la aplicación del modelo de aula invertida**

**Juan Víctor Bernal Olvera**

Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México,  
jvbernal.tesci@gmail.com

**María Antonieta Cordero Gutiérrez**

Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México,  
ige.ing.tony@gmail.com

## **ABSTRACT**

The Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, has moved from a teaching scheme exposure group versus the competency method, where the student is the protagonist in the acquisition of knowledge, skills and abilities. So that of the dispersion it has regarding the planning, development and evaluation in this kind of work, the flipped class is proposed as a learning approach motivates high participation of both the student and the teacher, as it establishes a mutual commitment that both promote learning. For one, the teacher, working with schemes that drive the construction of knowledge, on the other part, the student, as the true executor of such schemes. This paper shows the planning meeting, the development inside and outside the classroom, and evaluation of activities within the Engineering Business Management, validating the experience through the results obtained in terms of school achievement.

**Keywords:** skills, flipped class, learning, instruction.

## **RESUMEN**

El Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, ha transitado de un esquema de exposición del docente frente a grupo el método por competencias, donde el estudiante es el protagonista dentro de la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas. Debido a la dispersión que se tiene en cuanto a la planeación, desarrollo y evaluación en este tipo de formación, se propone el aula invertida, como una estrategia educativa que motiva una alta participación tanto del alumno como del docente, ya que establece un compromiso mutuo en que ambos promueven el aprendizaje. Por un lado el profesor, con esquemas de trabajo que impulsan la construcción del conocimiento, en el otro, el estudiante, como el verdadero ejecutor de dichos esquemas. La presente entrega muestra la planeación de la sesión, el desarrollo dentro y fuera del salón de clases, y la evaluación de las actividades, en el marco de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, validando la experiencia a través de los resultados que se obtienen, en términos de aprovechamiento escolar.

**Palabras claves:** Competencias, aula invertida, aprendizaje, formación.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, desde el 2008, se ha trabajado en un contexto de ingenierías con un enfoque de competencias. En aquel entonces, se generó el Modelo de Aprendizaje Basado en Competencias (MABC), cuyas etapas se encuentran documentadas por Bernal (2012), en las que se maneja la elaboración de una planeación didáctica, el encuadre, el plan de sesión, las rúbricas y el concentrado de evaluación.

Tal vez muchos docentes se pueden encontrar molestos con el alumno que, en clase, saca un teléfono inteligente, o una tableta electrónica o la misma computadora, distrayendo muchas veces a los demás compañeros y hasta al mismo profesor. Pero la pregunta que se hace en torno a esto ¿existirá una forma en que se pueda vincular el uso de las nuevas tecnologías con el aprendizaje?

También, las sesiones de dos horas o más hacen que el estudiante pierda el interés y la coherencia de las ideas, y más si es una clase de exposición por parte del docente. Buzan (2008), reconoce que, en una sesión normal de 2 horas de duración, en los primeros minutos la clase tiene un 80% de recordación sobre el tema, pero después disminuye hasta llegar a niveles menores al 20%; al final se retoma casi al 50%. Entonces cabe la pregunta ¿cómo lograr generar una mayor recordación del estudiante por más tiempo?

En una propuesta anterior se trabajó en la formación de profesores en el manejo de clase y tiempos con microenseñanza (Bernal y Cordero, 2013), lo que sienta las bases para que el profesor sea más un facilitador del aprendizaje que simple expositor. El trabajo que aquí se presenta responde las preguntas planteadas a través de la estrategia de aprendizaje conocida como aula invertida, exponiendo la preparación de la clase y las consideraciones para que funcione con éxito en el marco de las carreras de ingeniería.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 FORMACIÓN DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA**

Ortega (2009) define competencia como la cualidad del desempeño que se distingue por su autonomía responsable con que se inicia, se mantiene y se concluye, así como por la consistencia de los resultados que genera, por lo que su formación en los estudiantes de Ingeniería se convierte en la vía para lograr que las asignaturas se transformen de una simple lección de conocimientos a una experiencia significativa a largo plazo.

Se precisa cambiar el paradigma de la educación, ya que en este modelo, el docente se convierte en el guía que señala veredas, fija rumbos, retroalimenta al andar y promueve el interés por el desempeño mismo, por la tarea, así como establece e informa la calidad de los resultados (Bernal, 2012). Luego entonces, el estudiante se vuelve actor en el proceso, al realizar las actividades que lo llevan a la adquisición de conocimientos, dentro y fuera del aula.

### **2.2 AULA INVERTIDA.**

De sugerente nombre, el aula invertida es eso: cambiar el rol del estudiante para que él sea el protagonista de su aprendizaje. Ahora debe ver videos, realizar lecturas, realizar ejercicios, formar propuestas de solución a casos, y muchas veces desde su ámbito más personal, no desde un salón de clases (Patton, 2012). Es una forma de trabajar dentro de los paradigmas constructivistas, que buscan que el alumno vaya construyendo su aprendizaje, a través de experiencias concretas que él mismo genera (Ballesteros et al., 2013).

El constructivismo parte de la idea que el individuo no es un simple producto del ambiente ni resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia, que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, fundamentalmente con esquemas propios, es decir, con lo construido en su relación con el medio (Carretero, 2009).

El aula invertida, por tanto, busca desarrollar el contexto para que el estudiante construya dicho conocimiento a través de prácticas y actividades concretas, tanto en el aula como fuera de ella, en tiempos tanto sincrónicos como asincrónicos, respectivamente (Ballesteros et al., 2013).

### **2.3 FASES DEL AULA INVERTIDA.**

El aula invertida tiene cuatro fases [ver figura 1]: a) actividad en el aula; b) aprendizaje conceptual, c) construcción de significados; y d) demostración. La primera y la última se llevan a cabo en el salón de clase; las dos etapas intermedias las realiza el estudiante a su ritmo y por su cuenta, fuera del aula (Ballesteros et al., 2013).

En la primera fase, el profesor introduce al estudiante con los conceptos, a través de actividades diseñadas para realizarse en el aula; realiza cuestionamientos, platica con los estudiantes, les motiva a generar el aprendizaje. El tiempo es normalmente reducido y se debe poner énfasis en las partes centrales de la competencia. En esta fase, se le hace mención al alumno de los materiales que debe de consultar, como requisito fundamental para la siguiente sesión. Esta revisión se hace en las etapas 2 y 3, pero no en el salón de clases, puede ser en un espacio exterior, o bien a través de información por internet (Patton, 2012).

En la cuarta fase, el estudiante, habiendo consultado las fuentes, se le pide que muestre evidencia del conocimiento adquirido, a través de actividades y productos varios como videos, presentaciones, representaciones, etc., mismo que son evaluados por el profesor, y en ocasiones, por los mismos compañeros de clase (Ballesteros et al., 2013).

## 2.4 USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.

Echeverría (2000), cita tres escenarios educativos generales agregando, al natural y el urbano el espacio, el que generan las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones, que posibilitan la extensión y fortalecimiento de adecuados ambientes para el aprendizaje basado en el constructivismo, es decir, la generación de conocimientos y propias interpretaciones del estudiante, promoviendo así la esquematización de la información a partir de sus propias experiencias personales (Lozano, 2005).



**Figura 1: Fases del aula invertida. Basado en Ballesteros et al., 2013.**

Dentro de la parte asincrónica del curso, el estudiante debe buscar la información que se le solicita consultar. Pueden ser libros físicos en una biblioteca o información de videos, audios o lecturas en la red. El moverse hacia las fuentes electrónicas, hace que el estudiante comience a utilizar la tecnología a su favor, que es una de las fortalezas de este modelo (Bergmann, 2012).

Los recursos audiovisuales pueden ser públicos, privados o elaborados por el profesor o su academia. A continuación, una parte del tiempo de clase se utiliza para ayudar a los estudiantes con lo que solía ser la tarea. Bergmann (2012), dentro de su experiencia como profesor de ciencias, comenta que “todavía hicimos laboratorios y otras actividades prácticas que siempre había hecho. Sustituimos el tiempo de trabajo de problema con la conferencia. Este fue un entorno síncrono, donde todos los estudiantes observaban los mismos videos en la misma noche y todos hacían las mismas actividades en el día siguiente”.

Es un trabajo duro el introducir nuevas tecnologías en el aula. No es sólo 'conecta y úsalo'. Siempre hay una curva de aprendizaje, los momentos de frustración, pero al final es muy satisfactorio, sobre todo cuando se ve a los estudiantes comprometidos y realmente aprender. Tecnología junto con la pedagogía del sonido no pueden mejorar lo que hacemos en el aula, sino que requiere una planificación y ejecución intencionada (Patton, 2012).

## 3. DESARROLLO.

### **3.1 . JUSTIFICACIÓN.**

Hacer ahora participe al alumno para que desarrolle su aprendizaje –no enseñanza–, requiere de descubrir cómo incorporar técnicas que le permitan interesarse e involucrarse de manera distinta. Es posible extender el horario que el estudiante invierte a su estudio cuando encuentra algo que lo empuja a hacerlo.

La postura es generar una propuesta que permita hacer más participativo al estudiante, empleando la técnica de aula invertida que, ejecutada adecuadamente por el docente, le permita generar aprendizajes significativos aplicados a su vida personal y profesional. Para esto, se selecciona un grupo piloto al que se aplica el modelo de aula invertida, cuyos resultados se compararán con el grupo de competencias en forma normal, usando el marco de la asignatura de Ingeniería de Procesos, de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE).

### **3.2 . METODOLOGÍA.**

Se toma como referencia dos grupos independientes de la asignatura de Ingeniería de Procesos, que se imparte en el quinto semestre de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial. Con el primero se realizan prácticas de aula invertida, con el segundo, se continúa con el modelo de competencias que se ha venido usando con anterioridad. La pretensión es encontrar si existe una diferencia significativa entre ambos modelos

La metodología consiste en tomar una muestra de 8 estudiantes al azar por cada grupo, obteniendo su calificación final; se realizará una prueba de hipótesis para las medias de muestras pequeñas independientes, considerando la desviación estándar muestral, y un nivel de significancia del 5%. Como ejemplo de una clase con aula virtual, se toma el tema de Diagramas de flujo en el programa de Ingeniería de Procesos (DGEST, 2009).

### **3.3 . DISEÑO DE LA CLASE.**

Huertas y Domínguez (2008, p. 108) explican que “el cursograma sinóptico del proceso es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan solo las principales operaciones e inspecciones. Se anotan las operaciones e inspecciones sin especificar quién las realiza ni dónde. Se le añade una nota descriptiva de las operaciones y el tiempo de la misma.” Kanawaty (1996) describe el uso de los cursogramas como una forma para documentar el proceso. Introduce el símbolo de un círculo para operaciones y un cuadrado para las inspecciones, unidas por una línea de trayectoria del flujo del material.

Con esta información se realiza una clase usando aula invertida. Para ello, se preparó un esquema que ejemplifica la conducción, de forma general, para este tema, para llevarla a cabo en dos sesiones [Ver figura 2]. Se puede observar que la primera sesión, que se divide en tres partes, se comienza con una pregunta detonadora, para abrir la participación de los estudiantes; el desarrollo se centra en orientar al estudiante sobre los conceptos que deberá aprender en estas dos sesiones.

En el aprendizaje conceptual, que es fuera del aula, se le invita a ver videos relacionados con el tema, que puede preparar el profesor o que ya estén en Internet. Se puede solicitar consultar en formatos como blogs o alguna otra herramienta que contenga información relativa. Lo importante de esta etapa es atrapar la atención del estudiante e interesarlo en el tema.

La construcción de significados se efectúa al solicitarle que observe un proceso de fabricación de un bien y lo documente utilizando el cursograma sinóptico. Este trabajo lo puede ir puliendo y mejorando en la siguiente sesión presencial, y le puede servir como parte de la calificación. La parte de demostración, se inicia con una pregunta que le invite a desarrollar una aplicación del tema que está desarrollando con un ejemplo que ponga el profesor; les pide presentar sus trabajos, y los califica. Presenta una conclusión en conjunto con los estudiantes para cerrar el tema.

El profesor, en las etapas de sesión dentro del aula, debe pasar entre las filas o centros de equipos que ha formado, observando dialogando con el alumno, invitándolo a la reflexión, haciendo preguntas sobre el tema, haciendo sugerencias o corrigiendo, si fuera necesario. Es importante comprobar que el estudiante esté centrado en la actividad, cualquier desviación se debe inducir a retomar el camino.

FASE		ESPACIO	ACTIVIDAD A DESARROLLAR
1	Actividad	Apertura	Preguntar: ¿Cómo documentan las empresas sus procesos de fabricación?
		Desarrollo	Mostrar ejemplos de cursogramas sinópticos y los símbolos empleados.
		Cierre	Preguntar ¿Qué ventajas tiene usar este tipo de representaciones?
2	Aprendizaje conceptual	Fuera de clase	Preparar videos sobre el desarrollo de cursogramas de procesos, y documentación de procesos. Consulta de blogs.
3	Construcción de significados	Fuera de clase	Realización de un cursograma sinóptico mostrando un proceso de fabricación, como la elaboración de un plasma o la fabricación de un CD.
4	Demostración	Apertura	Preguntar ¿Cómo se documenta el proceso de elaboración de un minicomponente?
		Desarrollo	Presentación de trabajos, o elaboración de exámenes.
		Cierre	Conclusión: Explicación de un cursograma sinóptico y aplicaciones.

**Figura 2. Plan de sesión. Aplicación de las fases de la técnica de aula invertida a una sesión de la asignatura de Ingeniería de Procesos.**

A lo largo del proceso, se recomienda realizar evaluaciones y autoevaluaciones para verificar el cumplimiento con las fases del proceso, y con la construcción del conocimiento. Las diversas evaluaciones pueden ser de opción múltiple o de falso y verdadero. Se les puede asignar un porcentaje de la calificación, con el fin de hacer una calificación sumativa.

Se puede también realizar una evaluación de pares, es decir, que los estudiantes puedan calificar el trabajo de sus compañeros, como parte del proceso. Muy conveniente es que el profesor pueda desarrollar rúbricas que guíen la forma de calificar cada una de las actividades o productos que se están entregando. También, es importante realizar retroalimentaciones positivas, sustentadas en destacar la parte que hizo bien, destacando las fallas como áreas de oportunidad.

Para comprobar la efectividad del modelo, se realizó un comparativo entre ambas técnicas. Al término del curso, se tomó una muestra aleatoria de 8 estudiantes de cada uno de los modelos, para determinar si existe alguna diferencia significativa entre ambos, el llamado normal, en base a la práctica actual, y el sustentado en aula invertida.

En este estudio se consideró realizar una prueba unilateral de hipótesis sobre medias para dos muestras independientes, usando un nivel de significancia del 5%, con el fin de someter a prueba si, en la hipótesis nula, la media de la calificación promedio de la muestra en la aplicación de aula invertida es igual a la del modelo actual de competencias; la hipótesis alternativa considera que la media de aula invertida es menor a la actual. Los resultados de la prueba se muestran a continuación [ver figura 3].

Se consideran las desviaciones muestrales para cada uno de los modelos, ya que no se conoce el total de la población, referida a los estudiantes de la carrera. Los grados de libertad para  $t_0$  es de 14 con un nivel  $\alpha=5\%$ .

En la figura 3, la escala de evaluación es de 0 a 100, siendo el nivel mínimo para acreditar la asignatura de 70. Los ocho estudiantes se seleccionaron al azar en ambos grupos. Se aplicó el procedimiento de prueba de hipótesis que marca Montgomery y Runger (2004).

Muestra	Aula invertida	Modelo Normal
1	93	95
2	92	95
3	95	91
4	96	93
5	94	92
6	99	84
7	94	91
8	97	99
Media	95	93
Desv est	2.284	4.304
Varianza	5.2164481	18.5212054

1. Medias de calificaciones del modelo de aula invertida y el tradicional.

2.  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

3.  $H_1: \mu_1 < \mu_2$

4.  $\alpha = 0.05$

5. Estadístico de prueba:  $t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

6. Rechazar  $H_0$  si  $t_o < t = -1.761$

7.  $t_o = 1.3$

8. Como  $t_o = 1.3 > t = -1.761$ , no se puede rechazar  $H_0$

**Figura 3: Resultados de prueba de hipótesis para el modelo de aula invertida.**

#### 4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES.

Con lo anterior, se demuestra que, a un nivel del 5% de significancia, no hay evidencia que indique que se tenga que rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencia significativa que indique que ambos modelos sean distintos, por lo que se puede usar ambos modelos de aprendizaje en competencias, usando la técnica de aula invertida.

Esta forma de trabajar el aula invertida, despierta el interés del estudiante, quien debe consultar fuentes de forma externa, usando los medios que tiene a su alcance y las redes sociales en las que se desarrolla. El docente debe seleccionar aquellos materiales acordes con los temas, que tengan relación con lo que se está tocando en clase, y también formas de interactuar con ellos en horarios fuera de clase. Hay una gran variedad de instrumentos a seleccionar, como los wikis, videos, blogs, incluso, redes sociales como Facebook o twitter. Lo importante es aplicarlos en el curso.

Se sugiere estructurar un curso con esta técnica, posiblemente en un periodo inter semestral, para capacitar al docente, manejar con él algunas de las tecnologías de la información que pueda emplear en los cursos, y fomentar el uso de redes sociales como una forma de trabajo.

Lo anterior debe ser apoyado por la Dirección de la Institución, para que se consolide una forma de actuar estándar entre los profesores, como modelo distintivo del TESCI, y con la posibilidad de convertirse en propuesta de aplicación a nivel nacional e internacional.

#### REFERENCIAS.

- Ballesteros, R. A., Acevedo, J. y Romero, J. (2013). Aula Invertida, <http://apps05.ruv.itesm.mx/portal/uvtv/video/videotec.jsp?folio=5127>, 12/15/2013.
- Bergmann, J. (2012). What is flipped class? <http://jonbergmann.com/what-is-the-flipped-class/#comment-182>, 01/12/14.
- Bernal, J. (2012). "Planeación, desarrollo y evaluación de asignaturas en el Modelo de Aprendizaje Basado en Competencias (MACB)". *Memorias del Congreso Internacional World Engineering Forum*. WEEF, Argentina.
- Bernal, J. y Cordero, M. (2013). "Técnica de microenseñanza aplicada en el proceso de enseñanza - aprendizaje por competencias del cálculo matemático". *Memorias del 5º Congreso Internacional sobre la enseñanza y aplicación de las matemáticas*. UNAM, México.

- Buzan, T. y Castañeda, J. (2008). *Técnicas y Aplicaciones de los Mapas Mentales*. Buzan Latin America, México.
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Paidós Mexicana, México.
- DGEST. (2009). Ingeniería de Procesos, <http://itmorelia.edu.mx/2012-admin/extras/GestionEmpresarial2010/GEF-0921.pdf>, 09/03/14.
- Echeverría, J. (2000). Derecho a la educación y sociedad globalizada. En conversaciones pedagógicas. Revista iberoamericana de Educación. [En línea] Disponible en <http://www.oei.es/salactsi/entorno3.htm>
- Huertas, R., Domínguez R., (2008). *Decisiones estratégicas para la dirección de empresas de servicios y turísticas*. Publicacions | Edicions de la Universitat de Barcelona. España.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo. 4ª edición. México.
- Lozano, A. (2005). *El éxito de la enseñanza. Aspectos didácticos de las facetas del profesor*. Editorial Trillas, México.
- Montgomery, D. C. y Runger, G. (2009). *Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería*, 2ª edición, Limusa Wiley, México.
- Ortega, R., (2009). *Introducción a la Docencia. Competencias en el Salón de clases*. Global Educación. México, D.F.
- Patton, R. (2012). Flipping the Classroom – Is it Really all About Technology? *Cisco Blog*. <http://blogs.cisco.com/education/flipping-the-classroom-%E2%80%93-is-it-really-all-about-technology>, 01/14/14.

### ***Authorization and Disclaimer***

*Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*