



# LOCALIZACIÓN CONTINUA UNIDIMENSIONAL: UNA EXPERIENCIA DE AULA INVERTIDA

**Nidia Milena Jaimes Padilla, Sandra Jimena Rodríguez Méndez, Eliana Marcela Peña Tibaduiza, Edwin Alberto Garavito Hernández**

**Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia**

## Resumen

Los modelos educativos en la actualidad están siendo el foco de atención debido al surgimiento de diversas metodologías que garanticen el aprendizaje de conocimientos acordes a las necesidades del entorno. Las metodologías activas emergen como una herramienta que replantea el rol del maestro y del estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje. De esta manera, el objetivo de estas metodologías es hacer partícipes a los estudiantes de su propia educación con miras a formar profesionales con las habilidades necesarias para afrontar situaciones de la vida real donde pongan a pruebas su capacidad de abstraer, analizar y transmitir información.

Aula invertida (Flipped Classroom) hace parte del amplio portafolio de metodologías activas ideadas como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta metodología se fundamenta en obtener la teoría fuera de la clase y ocupar este espacio para la aplicación de ejercicios útiles que le permitan al estudiante apropiarse de los conocimientos, es decir, el proceso se realiza de forma inversa a una clase tradicional; es así que el profesor ejerce como guía, acompañando el alumno en las tareas y discusiones que se presenten a raíz del análisis de los contenidos temáticos investigados y revisados de forma individual contribuyendo a la adquisición y fortalecimiento de saberes a través de un aprendizaje práctico.

En este contexto, se desarrolla una experiencia para la asignatura Diseño de Sistemas Productivos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, la cual busca mediante la ejecución de una práctica relacionada con teoría de localización, y particularmente el modelo de localización continua unidimensional, donde el estudiante puede aplicar e interrelacionar pre-saberes y conocimientos adquiridos útiles en diferentes contextos, llegando así a analizar el problema de localización partiendo de un modelo matemático que involucra tres variables: la distancia, el costo unitario y la demanda. De esta manera, el estudiante

construye conceptualmente las posibles soluciones, y evidencia los contextos particulares donde son aplicables.

**Palabras clave:** metodologías activas; flipped classroom; localización

### **Abstract**

*Nowadays, educational models are in the spotlight because of the emergence of various methodologies focused to ensure the learning of knowledge related to the needs of specific environments. Active methodologies emerge as a tool to redefine the role of the teacher and the student in the teaching-learning process. Therefore, the goal of these methodologies is to involve students in their own education in order to train professionals with the necessary skills to cope with real-life situations, testing their ability to summarize, analyze and transmit information.*

*Flipped Classroom is part of the wide portfolio of active methodologies designed to support the teaching-learning process. This methodology implies a strategy to transfer the theory outside the classroom and occupying such space for the application of useful exercises allowing the student to acquire knowledge. It means that the process is carried out backwards compared with the traditional classroom; so that, the teacher acts as a guide, accompanying the students on assignments and discussions emerging as a result of the analysis of the researched topics and individual review by contributing to the acquisition and strengthening of knowledge through practical learning.*

*In this context, an experience in Production Systems Design course of Industrial Engineering School at Universidad Industrial de Santander has been developed. It is aimed by the execution of a practice related to location theory; particularly, the one-dimensional continuous location model, where the student can apply and interrelate previous knowledge and useful lessons learned in different contexts, achieving a thorough analysis of location issues based on a mathematical model involving three variables: distance, unit cost and demand. Finally, the students build conceptual possible solutions and recognize the particular contexts in which they can be applicable.*

**Keywords:** active learning; flipped classroom; location

## **1. Introducción**

En la actualidad, los modelos pedagógicos están siendo el foco de atención debido al surgimiento de diversas metodologías que garanticen el aprendizaje de conocimientos acordes a las necesidades del entorno. McLaughlin, J. afirma que “las metodologías activas surgen como una herramienta que replantea el rol de los actores del proceso enseñanza-aprendizaje” (McLaughlin, J., et al., 2014) con el objetivo de hacer partícipes a los estudiantes de su propio proceso de formación, convirtiendo al docente en un facilitador. Manson, G. enuncia que “en la educación en ingeniería aún

se utiliza en gran medida un enfoque tradicional para la enseñanza de conceptos técnicos y para la resolución de problemas” (Manson, G., et al., 2013), sin embargo se han evidenciado numerosos resultados que demuestran la aplicación de nuevas metodologías para la formación de profesionales en ingeniería con las habilidades necesarias para afrontar situaciones de la vida real donde pongan a prueba su capacidad de abstraer, analizar y transmitir la información.

El propósito de este trabajo es dar a conocer la aplicación de una experiencia de aula invertida en la asignatura de Diseño de Sistemas Productivos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, comenzando por un breve marco de referencia respecto a la metodología Aula Invertida, a continuación se expone el proceso de diseño, aplicación y evaluación de la experiencia y finalmente se concluye de manera general sobre el desarrollo de la experiencia.

## 2. Marco de Referencia

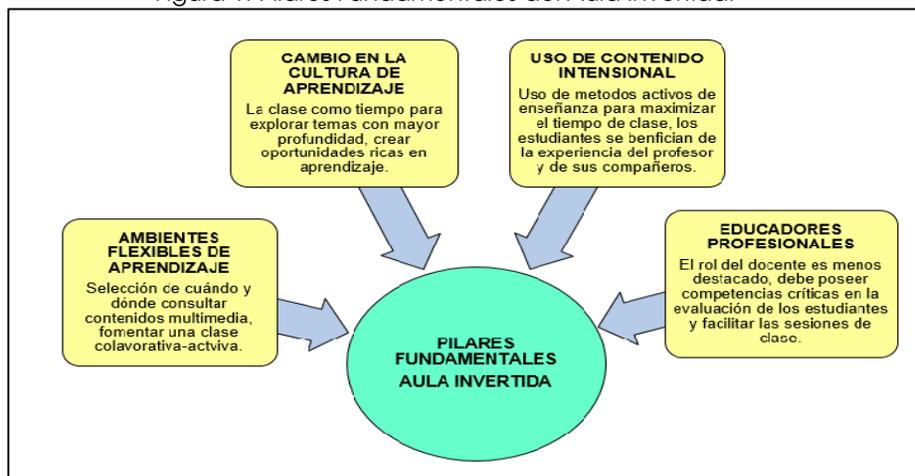
En un trabajo reciente, Rodríguez Serrano afirmó que “las metodologías activas de aprendizaje nacen como una alternativa al esquema magistral de enseñanza” (Rodríguez Serrano, K. P., et al., 2012), esto debido a las constantes exigencias del mundo laboral que han obligado a las Instituciones de Educación Superior a renovar sus modelos de enseñanza-aprendizaje. McLaughlin, J. se refirió a las metodologías activas como “el ejercicio en el cual el estudiante aprende haciendo e involucra un tipo de educación completamente enfocado en el rol del estudiante como constructor de su propio conocimiento”. Estudios consultados por McDonald, K demuestran que “el involucrar a los estudiantes mejora sus resultados de aprendizaje y mejora su motivación y actitudes, puesto que el aprendizaje activo estimula el pensamiento de orden superior, la resolución de problemas y el análisis crítico al tiempo que proporciona retroalimentación tanto para el estudiante como para el instructor” (McDonald, K., et al., 2013).

Aula invertida (Flipped Classroom) es una de las metodologías activas que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Bergmann y Sams definen el aula invertida como una estrategia didáctica que transforma ciertos procesos que habitualmente estaban vinculados exclusivamente al aula, transfiriéndolos a un contexto extraescolar (Manson, G., et al., 2013), así mismo afirmaron que “lo que se hace tradicionalmente en clase ahora se hace en casa, y lo que se hace tradicionalmente como tarea ahora se complementa en clase” (Manson, G., et al., 2013). Bergmann y Sams en 2012, introdujeron el término aula invertida, desarrollaron originalmente la metodología para enseñar química a estudiantes de secundaria, comenzaron grabando y distribuyendo videos de sus lecciones para ayudar a aquellos alumnos que faltaban a clases (García, A. 2013). Mediante su propuesta aula invertida como estrategia de enseñanza los docentes de química, Bergmann y Sams encontraron que los estudiantes demuestran un entendimiento más profundo de las temáticas y que el método autodirigido propicia un aprendizaje permanente (Critz, C. and Knight, D., 2013).

Critz, C. enuncia que en un aula invertida, “los estudiantes ven videos, participan en foros en línea y realizan lecturas complementarias antes de la clase, con la expectativa de que lleguen preparados para el aprendizaje colaborativo y la participación en otras actividades interactivas para aplicar los conocimientos adquiridos en el trabajo previo a la clase” (Critz, C. and Knight, D., 2013). La gran diferencia entre los métodos de aprendizaje tradicionales y las metodologías activas radica en el rol que toman los actores del proceso enseñanza-aprendizaje, en un aula invertida, para Critz, C. los profesores pasan mucho más tiempo interactuando con los estudiantes bajo la premisa de que las conferencias deben apoyar, el énfasis en el aula invertida es la aplicación y el aprendizaje, no la memorización de hechos (Critz, C. and Knight, D., 2013).

Por otra parte, Hamdan, McKnight, McKnight, y Arfstrom identificaron cuatro pilares fundamentales para implementar un aula invertida: “ambientes flexibles de aprendizaje, un cambio en la cultura de aprendizaje, el uso de un contenido intencional y educadores profesionales” (Manson, G., et al., 2013). La siguiente figura, describe los pilares fundamentales para un aula invertida los cuales contribuyen a un aprendizaje efectivo y significativo mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 1. Pilares Fundamentales del Aula Invertida.



Fuente: Elaboración propia, recopilado de (Manson, G., et al., 2013)

Pese al aumento en la aplicación de este método de enseñanza activo en los distintos niveles de educación, no ha sido establecida una metodología para su ejecución, Love, de la Universidad de Nebraska en Omaha, afirma que “no existe un modelo único para la realización de un aula invertida” (Love, B., et al., 2013), puesto que la revisión de literatura realizada en su trabajo muestra que este enfoque está todavía en una etapa de la innovación. Sin embargo, The Flipped Classroom (disponible en <http://www.theflippedclassroom.es/el-ciclo-de-aprendizaje-en-el-flipped-learning/>) un proyecto abierto a la participación de docentes y educadores de todos los niveles de la enseñanza, con inquietudes por cambiar la educación y hacerla acorde con las demandas sociales y culturales de este siglo, han compartido una estructura general de una clase de aula invertida denominada “Ciclo de Aprendizaje en el Flipped Learning” propuesta por Robert Kilman, la cual puede ser usada como guía al

momento de planear una experiencia de aula invertida, pues aporta los elementos fundamentales para su correcta consecución.

Figura 2. Ciclo de Aprendizaje Aula Invertida.



Fuente: The Flipped Classroom, Robert Kilman, disponible en <http://www.theflippedclassroom.es/el-ciclo-de-aprendizaje-en-el-flipped-learning/>

Love demostró mediante su investigación que “los estudiantes actualmente piensan que el aprendizaje es un proceso de ensayo y error” (Love, B., et al., 2013), en el que el docente actúa como instructor para guiar y proporcionar ayuda a los estudiantes mientras ellos se dedican a las actividades de aprendizaje. De esto se puede concluir que mediante el uso de aula invertida se facilita el estudio de los contenidos permitiendo al estudiante establecer su propio ritmo de aprendizaje dado que pueden ver el material en línea, a cualquier momento y con la frecuencia que consideren necesario, por otra parte Bergman y Sams afirmaron que “este método da más responsabilidad al estudiante a través de la realización de trabajos preparatorios y lo ayuda a ser más interactivo durante el tiempo de clase” (Manson, G., et al., 2013), además la metodología aula invertida está estrechamente ligada con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y según Castillo, “las TIC facilitan la diversificación y flexibilizan las oportunidades de aprender cualquier cosa, en lugar y tiempo, así como atender las diferencias individuales y de grupo, lo que facilita un ambiente de aula invertida” (Rodríguez, K. P., et al., 2012).

### 3. Método

Diseño de Sistemas Productivos -DSP, una asignatura de noveno nivel del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander, integra pre saberes del estudiante al proceso de planeación, localización y diseño de las instalaciones industriales, permitiendo visualizar diferentes escenarios de aplicación de conocimientos de un ingeniero industrial. Tompkins “define que la planeación de instalaciones determina como organizar los activos fijos de una actividad en cuestión, considera que la planeación de instalaciones se divide en dos partes fundamentales:

Localización y Diseño de las instalaciones. Mientras que la localización busca que se facilite el transporte del material y se minimicen los costos, cercanía de los clientes y proveedores, etc.; el diseño busca cumplir los objetivos de manejo eficiente de materiales y almacenes, minimización de la inversión, mantenimiento, uso efectivo del espacio, personal, equipo y proporcionar un lugar seguro para trabajar con empleados satisfechos” (disonible en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmnf/chow\\_d\\_m/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/chow_d_m/capitulo3.pdf))

El aprendizaje de conceptos útiles para el desarrollo profesional hace cada vez más necesario su entendimiento y aplicabilidad en entornos reales, por lo cual se hace necesaria la búsqueda de contextos que presenten dichas características y que permitan entender e interiorizar los conceptos de estudio de forma activa durante su proceso.

Surge la necesidad de presentar una experiencia diferente a una clase magistral, con el objetivo de jalonar el proceso enseñanza-aprendizaje buscando que los estudiantes sean sujetos activos de este. Bachnak, R y Maldonado, S sugieren que “las actividades de aprendizaje activo permiten a los estudiantes reflexionar sobre sus experiencias, ver conexiones entre diferentes cursos, y aplicar el conocimiento aprendido en diferentes contextos para resolver nuevos problemas” (Bachnak, R. and Maldonado, S., 2014). A partir de la práctica se pretende generar curiosidad para llegar a relacionar los saberes, preconcepciones propios de localización unidimensional y la posterior indagación de modelos que den solución al caso estudiado, encaminando a los estudiantes así en el proceso constructivo de sus conocimientos y al desarrollo de habilidades propias del área.

En este trabajo se presenta la experiencia de localización unidimensional aplicada en los grupos B1, C1 y C2 de la asignatura -DSP, la cual tiene como objetivo identificar los criterios para la definición del problema de localización de instalaciones desde el enfoque cuantitativo. Así a través de la experiencia, la retroalimentación de la misma y el avance en los contenidos temáticos el estudiante puede llegar a deducir el método de solución que se adapta a un problema de localización específico.

Como ejercicio de introducción a la experiencia aula invertida, el docente desarrolla una sesión de clase magistral en la cual se discute el problema de localización a partir de situaciones reales donde busca que los estudiantes planteen posibles formas de representarlas y logren extraer el modelo básico de localización. A raíz de lo anterior, se adicionan variables y se discuten formas de solución limitando el ejercicio a un modelo unidimensional, parte introductoria al tema.

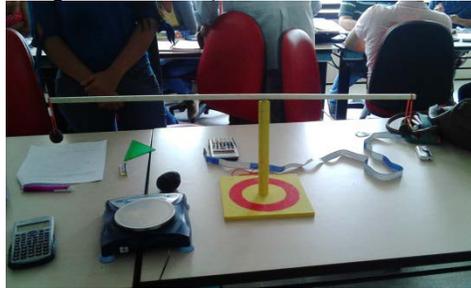
Una vez los estudiantes se han cuestionado las posibles soluciones el docente solicita investigar los modelos de equilibrio estático, los métodos para buscar el punto de equilibrio y junto con los preconcepciones mencionados durante la clase proceder al desarrollo de la práctica “LOCALIZACIÓN UNIDIMENSIONAL”, la cual se ha diseñado adecuándola al proceso que ellos han planteado en el aula para que de una forma representativa puedan observar y llegar deducir sobre las posibles soluciones de acuerdo a los conceptos revisados.

Para el desarrollo de la práctica los estudiantes se apoyan de la guía y materiales disponibles en el laboratorio (balanza electrónica, soporte, un listón, cinta métrica, plastilina, bandas elásticas).

Actividades que comprenden la práctica:

1. Realizar el montaje correspondiente sobre el soporte usando los materiales y ubicar el punto que genera el equilibrio estático.

Figura 3. Montaje Físico de la lúdica.



Fuente: Autores

2. Aplicar el modelo matemático que permite encontrar la solución del punto en el que se genera el equilibrio de momentos y comparar con la solución hallada aplicando el modelo físico.
3. Calcular el costo de transporte, asociado a la solución encontrada.
4. Calcular el costo de transporte, usando las coordenadas del modelo matemático en un  $\pm 10\%$  del rango.
5. Concluir respecto a lo evidenciado en la comparación de los costos calculados. En el momento de concluir a cerca de los resultados hallados, en los estudiantes aparece la inquietud de la inconsistencia en cuanto a la variación de los costos solicitados en la práctica, despertando la curiosidad sobre un modelo que optimice el problema de localización unidimensional.
6. Retroalimentación: A través del estímulo que se generó a partir de la lúdica, las posteriores clases se enfocan en inducir al estudiante usando casos de la vida real, visualizando gráficas costo-distancia y explicando algunos métodos de solución de los modelos de localización de instalaciones para que el estudiante descubra la utilidad de los mismos con el objetivo de que construya conocimientos y pueda llegar a concluir la no linealidad para la clasificación del problema de localización de instalaciones según la relación costo-distancia.

Esta práctica se evaluó de acuerdo a los lineamientos del Grupo de Aplicación de Lúdicas como Estrategia de Aprendizaje-GALEA adscrito a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, la cual comprende tres aspectos: respecto al contenido de la actividad, a los recursos empleados y a los orientadores de la actividad. La práctica se realizó con 100 estudiantes de los cuales 84 dieron respuesta a un cuestionario de 10 preguntas valoradas de 1 a 5, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1 en la cual se presenta la media de cada una de las preguntas.

Aspectos	Criterios a Evaluar	Media
Evaluación respecto al contenido de la actividad	1. Cumplimiento de los objetivos	4,44
	2. Pertinencia de la Metodología	4,40
	3. La práctica contribuye al aprendizaje de la temática	4,65
Evaluación respecto a los recursos empleados	4. Comprensión de la guía	3,98
	5. Material de soporte	4,27
	6. Infraestructura del sitio donde se desarrolló la actividad	4,46
Evaluación respecto a los orientadores de la actividad	7. Conocimiento del tema	4,33
	8. Respuesta de inquietudes oportunamente	4,33
	9. Manejo del tiempo	4,12
	10. Puntualidad	4,61

De los resultados se observó que la puntuación más baja la obtuvo el criterio número 4 relacionado con la comprensión de la guía, puesto que se hizo necesario ampliar la explicación para algunos estudiantes, de lo cual se deduce que la versión de la guía utilizada debe ajustarse para dar un mayor entendimiento de la misma. Por otra parte, al criterio número 3 obtuvo la mayor puntuación, lo cual indica que la realización de la actividad favorece la comprensión de la temática y potencia de forma significativa la adquisición de los conocimientos permitiendo así a los estudiantes dominar los mismos y ser sujetos activos de su aprendizaje. En cuanto a los criterios restantes, los resultados obtenidos son satisfactorios y muestran posibilidad de mejora.

#### 4. Conclusiones

De lo anterior se infiere que el proceso enseñanza-aprendizaje es un trabajo conjunto entre el docente (facilitador) y el estudiante para que el aprendizaje sea activo y significativo. La metodología Aula Invertida utilizada en el desarrollo de la práctica se empleó para generar inquietudes en los estudiantes sobre los métodos de localización de instalaciones y posteriormente facilitar al docente estimular el interés de los estudiantes y su participación e indagación sobre la temática, ya que al desarrollarse la experiencia se permiten espacios de diálogo, interacción entre los miembros del equipo, el análisis detallado de las situaciones expuestas y una mejor utilización de los tiempos tanto para el estudiante en la búsqueda y comprensión de conceptos como del docente para idear espacios pertinentes que contribuyan a una mejor comprensión de los mismos.

En la mayoría de los estudiantes se evidenció un efecto positivo lo cual se debe a la mezcla de actividades que se deben desarrollar para realizar una clase de aula invertida, comprendiendo así los diferentes estilos de aprendizaje presentes en los estudiantes en los que aplicó la estrategia didáctica.

## Referencias

- Bachnak, R. and Maldonado, S. (2014). A flipped classroom experience: Approach and lessons learned. 360 Degrees of Engineering Education, 21<sup>st</sup> ASEE Annual Conference & Exposition. Vol. Junio 15-18.
- Capítulo 3: Marco teórico. Consultado el 01 de Junio de 2015 en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmnf/chow\\_d\\_m/capitulo\\_3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/chow_d_m/capitulo_3.pdf)
- Critz, C. and Knight, D. (2013). Using the Flipped Classroom in Graduate Nursing Education. Nurse Educator. Vol. 38, N. 5, pp. 210-213.
- García, A. (2013). El Aula Inversa: Cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España. N. 19.
- Love, B., Hodge, A., Grandgenett, N. and Swift, A. (2013). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. Vol. 45, N. 3, pp. 317-324.
- Manson, G., Shuman, T. and Cook, K. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. IEEE Transactions on Education, Vol. 56, N. 54, pp. 430-435.
- McDonald, K. and Smith, C. (2013). The Flipped Classroom for Professional Development: Part I. Benefits and Strategies. The Journal of Continuing Education in Nursing, Vol. 44, N.10, pp. 437-438.
- McLaughlin, J., Roth, M., Glatt, D., Ghrakholonarehe, N., Davidson, C., Griffin, L., Esserman, D. and Mumper, R. (2014). The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School. Academic Medicine, Vol. 89, N. 2.
- Rodríguez, K. P., Maya, M. A. y Jaén, J. S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte, Vol. 30, N. 1, pp. 125-142.
- The Flipped Classroom. Consultado el 01 de Junio de 2015 en <http://www.theflippedclassroom.es/el-ciclo-de-aprendizaje-en-el-flipped-learning/>

## Sobre los autores

- **Nidia Milena Jaimes Padilla** Estudiante de pregrado en Ingeniería Industrial. [nidia.jaimes1@correo.uis.edu.co](mailto:nidia.jaimes1@correo.uis.edu.co)
- **Sandra Jimena Rodríguez Méndez** Estudiante de pregrado de Ingeniería Industrial. [sandra.rodriguez4@correo.uis.edu.co](mailto:sandra.rodriguez4@correo.uis.edu.co)
- **Eliana Marcela Peña Tibaduiza** Magister en Ingeniería Industrial. Docente Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander. [elmapena@uis.edu.co](mailto:elmapena@uis.edu.co)
- **Edwin Alberto Garavito Hernández** Especialista en Gerencia de La Producción Mejoramiento Continuo. Docente Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander. [garavito@uis.edu.co](mailto:garavito@uis.edu.co)

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)