

**Aprendizaje invertido y desarrollo de competencias profesionales en futuros ingenieros del Tecnológico Nacional de México**  
**Inverted learning and development of professional skills in future engineers of the National Technological Institute of Mexico**

*Artículo de investigación*

Leobardo Mendo Ostos<sup>1</sup>  
[mendo194@gmail.com](mailto:mendo194@gmail.com)

Rocío Elizabeth Pulido Ojeda<sup>2</sup>  
[admon\\_cerroazul@tecnm.mx](mailto:admon_cerroazul@tecnm.mx)

Catalina Irene Nevárez Burgueño<sup>3</sup>  
[inevarez@tecnm.mx](mailto:inevarez@tecnm.mx)

Lourdes Tarifa Lozano<sup>4</sup>  
[lourdes.tarifa@umcc.cu](mailto:lourdes.tarifa@umcc.cu)

*Recibido: 3 de julio de 2020   Evaluado: 14 de agosto de 2020*  
*Aceptado para su publicación: 8 de septiembre de 2020*

**Cómo citar el artículo:** Mendo-Ostos, L., Pulido-Ojeda, R. E., Nervárez-Burgueño, C. I. y Tarifa-Lozano, L. (2021). Aprendizaje invertido y desarrollo de competencias profesionales en futuros ingenieros del Tecnológico Nacional de México. *Atenas*, 1(53), 36-53.

<sup>1</sup> Doctor en Matemática Educativa. Ingeniero Mecánico. Master en la enseñanza de las Ciencias con especialidad en Matemática. Profesor Investigador, Profesor de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México/campus Tantoyuca, México. ORCID: 0000-0002-7017-9945

<sup>2</sup> Profesor Tecnológico Nacional de México. Directora de Docencia e Innovación Educativa TecNM, México. Master en la enseñanza de las Ciencias. ORCID: 0000-0002-2853-2426

<sup>3</sup> Profesor Tecnológico Nacional de México. Departamento de Educación a Distancia de la Dirección de Docencia e Innovación Educativa del TecNM, México. Master en la enseñanza de las Ciencias. ORCID: 0000-0002-9831-6278

<sup>4</sup> Doctor en Ciencias Pedagógicas. Master en Matemática Numérica. Licenciada en Educación: Especialidad Matemática. Profesora Titular. Coordinadora Maestría en Matemática Educativa. Profesora de Matemática y Directora de Calidad Universidad de Matanzas. Cuba. ORCID: 0000 0002 9888 3803

## Resumen

Se presentan los resultados de una investigación desarrollada en el Tecnológico Nacional de México (TecNM)/campus Tantoyuca-Veracruz con estudiantes del 2° semestre de ingenierías que cursan la asignatura Cálculo Integral. La investigación indaga el papel desempeñado por los estudiantes en un sistema de gestión del aprendizaje activo-colaborativo basado en el modelo del Aula Invertida TecNM y un Aprendizaje Basado en proyectos (ABP) en un contexto de interés profesional. Los resultados obtenidos reportan hallazgos alentadores, evidencias de los momentos donde el estudiante toma un rol activo y protagónico en su proceso de aprendizaje, al desarrollar actividades en un ambiente que demanda retos.

**Palabras clave:** Aula Invertida, aprendizaje activo-colaborativo, competencias profesionales, aprendizaje basado en proyectos.

## Abstract

The results of an investigation carried out at the National Technological Institute of Mexico (TecNM)/Tantoyuca-Veracruz campus with students of the 2nd semester of engineering that are taking the Integral Calculus subject are presented. The research investigates the role played by students in an active-collaborative learning management system based on the TecNM Inverted Classroom and Project Based Learning (ABP) model in a context of professional interest. The results obtained report encouraging findings, evidence of the moments where the student takes an active and leading role in their learning process, when developing activities in an environment that demands challenges.

**Keywords:** Inverted Classroom, active-collaborative learning, professional competences, project-based learning.

## Introducción

La revolución de la conectividad ha traído consigo cambios en los modelos educativos. La introducción de internet en la vida cotidiana ha gestado repercusiones en las formas de establecer las relaciones socio-comunicativas y educativas de la sociedad, convirtiéndola en ambientes y contextos basados en las principales tendencias de innovación educativa de la educación 4.0 y un cambio de paradigma en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje en la educación 4.0 se centra en las competencias del siglo XXI: autodirección, autoevaluación,

trabajo en equipo, aprendizaje basado en proyectos, uso de la tecnología, entre otras.

Entre las características que rigen el modelo educativo en la educación 4.0 está: cooperación entre estudiante y profesor como base del aprendizaje activo; comunicación como principal vehículo del aprendizaje activo-colaborativo; fomenta la resolución de problemas reales; incorpora el juego y la creación de entornos reales como el principal motor del aprendizaje; la evaluación es un proceso constante para la mejora continua y el progreso; utiliza las TIC como herramientas didáctico-cognitivas de acceso, organización, creación y difusión de los contenidos, donde el papel activo-colaborativo del estudiante es un elemento esencial del paradigma educativo que actualmente está en proceso de construcción.

En un mundo globalizado y bajo la influencia permanente de las nuevas tecnologías, “saber a quién se le está impartiendo el aprendizaje, permitirá aprender sobre sus características, preferencias y la mejor manera de captar su curiosidad innata” (ICEMD, 2017, 5). En este sentido, es fundamental considerar las características de las generaciones que se atienden en la educación superior porque son nativos digitales (Generación Z o Generación Alpha), que serán las más activas en el uso de tecnología.

Ante estas demandas del siglo XXI, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) tiene la misión de ofrecer servicios de educación superior tecnológica de calidad, de cobertura nacional, pertinente y equitativa, con una perspectiva de sustentabilidad para contribuir al desarrollo económico del país, a través de la formación de profesionistas que posean las habilidades tecnológicas y el conocimiento innovador para sumarnos a la cuarta revolución industrial. Busca desarrollar nuevas estrategias y metodologías dirigidas a potenciar el desarrollo de las competencias profesionales exigidas en los entornos laborales y sociales cada vez más dinámicos y globalizados. En este sentido TecNM propone un sistema de gestión del aprendizaje activo-colaborativo usando el modelo del aula invertida (Merla y Yáñez, 2016) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) (Cobo y Valdivia 2017) que puede respaldarse en la Taxonomía de Bloom con la concepción de que el

estudiante sea capaz de pensar, reflexionar, juzgar, relacionar, organizar, analizar críticamente o resumir, acciones que implican un mayor grado de capacidad cognitiva (Churches, 2013; Fumero, 2020).

Su implementación se considera como estrategia didáctica-cognitiva, donde se invierte el proceso de hacer llegar los contenidos, el uso del escenario de aprendizaje y el tiempo dedicado al proceso de enseñanza (Fidalgo, Sein-Echaluce, García, 2018), favoreciendo de manera específica diferentes tipos de aprendizaje: activo, colaborativo, ubicuo y sinérgico. No sólo deben adquirirse determinados conocimientos, sino que éstos deben saber manipularse y aplicarse en nuevos contextos. Se privilegia el aprendizaje centrado en el estudiante donde se acepta que cada individuo posee sus propios ritmos y estilos de aprendizaje (Montero, 2018; Zainuddin y Halili, 2016).

### **Metodología y métodos**

La propuesta del aula invertida o modelo invertido de aprendizaje, pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, el nuevo contenido, puede ser atendido por el estudiante mediante herramientas multimedia (Hernández y Tecpan, 2017); las actividades prácticas, puedan ser ejecutadas a través de métodos interactivos de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y proyectos de investigación (Coufal, 2014), es decir el estudiante aprende los contenidos en casa, y hace las tareas de forma dinámica en clase (Bedrina, 2016; Sánchez, 2018) y como se ha apuntado es la que se emplea en la investigación. El profesor proporciona retroalimentación, guía el aprendizaje y modera la interacción entre estudiantes. Es el responsable de adaptar los materiales utilizados de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y propicia el aprendizaje colaborativo, dispone del tiempo en el aula para interactuar con los estudiantes y atenderlos de acuerdo a sus necesidades de aprendizaje personales.

El modelo de clase invertida (Flipped Classroom), es una propuesta pedagógica en la que el estudiante tiene un mayor protagonismo (Sánchez, 2018), previamente se ponen a su disposición los contenidos, para que, en la sesión presencial, se utilicen

estrategias de trabajo colaborativo y cooperativo. Este contexto de aprendizaje se centra en el proceso de construcción del conocimiento y del desarrollo de habilidades para la reflexión y el análisis. Para (Aguilera, et al, 2017), en este tipo de modelo, los estudiantes construyen el significado del conocimiento.

Con el aula invertida, se desarrollan estrategias didácticas basadas en la participación activa-colaborativa del estudiante y con la planificación adecuada de las sesiones de clase, los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje, estudian a su propio ritmo y estilo de aprendizaje. Los contenidos se encuentran disponibles en línea en diferentes medios y formatos; las tareas, actividades o proyectos se realizan en clase.

El modelo de la clase invertida, permite diseñar clases y actividades grabando videos o desarrollando materiales y publicándolos a través de plataformas educativas para que los estudiantes los vean en casa y puedan repetir lo que no han comprendido bien. Llegarán a clase con un conocimiento previo, situación que favorece su apertura con un cuestionamiento (proporcionan refuerzo inmediato en la verificación del conocimiento y emite un feedback al profesor) y luego se desarrollarán actividades individuales y colaborativas que permitan anclar estos conocimientos previos. Invertir una clase implica un enfoque integral que combina el proceso de construcción del aprendizaje: ambiente virtual de aprendizaje y presencial de aprendizaje activo-colaborativo.

Rué (2016) asienta que el aprendizaje activo y colaborativo es uno de los aspectos que definen una práctica educativa efectiva; los estudiantes aprenden más cuando participan intensamente y se les pide pensar y poner en práctica en diferentes entornos, lo que están aprendiendo. Colaborar con los demás en la resolución de problemas o dominar materiales difíciles, prepara a los estudiantes para resolver problemas, desordenados y sin guion previo, los que encontrarán a diario. Lo anterior se corresponde con el fin de la educación superior: “formar personas y profesionales que su capacidad de acción puede ir mucho más allá de la resolución o aplicación de algoritmos de acción complejos” (Rué, 2016, p.27).

En las clases centradas en el aprendizaje, los estudiantes han de implicarse activamente, actuar en diversos contextos y construir su propio conocimiento, deben aprender haciendo, y no pasivamente escuchando al profesor. Existe hoy una problemática en el sistema educativo actual y las estrategias didácticas no son del todo eficaces (García, Silva y Tarifa, 2019; Vidal et al, 2016).

En el aprendizaje colaborativo, los estudiantes aprenden mientras buscan soluciones a los problemas en los contextos donde surgen y que avanza por la incorporación de las TIC y de las posibilidades de estudiantes y profesores de estar comunicados a pesar de las distancias geográficas. Se ha potenciado el acceso a la información debido a los cotidianos y acelerados avances tecnológicos, lo cual se ha traducido en el aprendizaje ubicuo, en el que “el usuario no se halla condicionado por ningún obstáculo espacio-temporal, rompiendo las barreras que produce el aula tradicional y extendiéndola a toda la red” (Allueva y Alejandre, 2016, p.9) y en el que además, se desarrolla el aprendizaje sinérgico (Maslow, 1983) en el que “el individuo sirve con el mismo acto y al mismo tiempo a su propio beneficio y el del grupo”(p. 244), la interacción grupal, sirve para potenciar el aprendizaje individual, el establecimiento de compromisos, de hábitos y actitudes que posibilitan el aprendizaje. El estudiante se responsabiliza con su aprendizaje, estableciendo sus propios objetivos y realizando la mayor parte de las actividades del proceso, planteando dudas y tratando de resolverlas, ya sea con la ayuda del asesor, realizando investigaciones en forma individual o participando en las interacciones grupales al resolver problemas (Nájera, 2018; García y Tintorer, 2016).

El aprendizaje basado en proyectos: una metodología que se desarrolla de manera colaborativa, enfrenta a los estudiantes a situaciones que los lleven a plantear propuestas ante determinada problemática (Cobo y Valdivia, 2017). Este ambiente contribuye a planificar el trabajo en equipo para el logro de sus metas, escuchando a los miembros del equipo y aportando sus puntos de vista, negociando compromisos y tomando decisiones, evaluando en conjunto la organización y avance del equipo, planteando soluciones y generando ideas innovadoras. El



proceso de aprendizaje basado en proyectos se desarrolla en 5 etapas (Cobo y Valdivia, 2017).

Para su introducción en el Tecnológico Nacional de México/campus Tantoyuca se estudió la investigación de Marzano (2014) sobre ¿cuál es la estrategia didáctica más empleada en el aula?, y que se replica en España en 2017 con resultados similares y que aplicada en nuestro centro a todos los estudiantes que cursan el cálculo integral en su primer año, arrojó los mismos resultados: el 59% se enfocan en un trabajo cognitivo de orden inferior (recorcar y comprender), y sólo 5,5% en promedio, se enfocan en trabajo cognitivo de orden superior (analizar, evaluar, crear). Lo anterior refuerza la existencia de una problemática didáctica en el aula de clases.

Su empleo en la investigación se estructuró a partir de la selección de la población a intervenir, considerando a todos los estudiantes encuestados y de ellos se seleccionan los estudiantes de las carreras de Ingeniería Petrolera, Ingeniería Industrial e Ingeniería Ambiental. Estas carreras obtuvieron los resultados más bajos en las encuestas y la implicación de la industria petroquímica tiene mayor incidencia en estas profesiones y en la región en la que se encuentra el centro. Para el desarrollo de la investigación se precisaron los aspectos esenciales de cada etapa y la metodología a seguir en su implementación.

**Etapa I. Planteamiento del proyecto y organización.** Los estudiantes reconocen una situación relevante para trabajada a través de un proyecto (Mendo, Castañeda y Tarifa, 2017) y el profesor presenta propuestas, motiva para la tarea, señala importancia e impacto del proyecto, presenta información de investigaciones o proyectos anteriores y formula preguntas retadoras; además, orienta las dinámicas internas e interviene, si es necesario, en la organización del equipo y en la distribución de responsabilidades pero es recomendable que se organicen de manera autónoma y solo acompañe la generación de ideas para que los proyectos posean dirección y sustento correctos.

**Etapa II. Investigación sobre el tema.** Los estudiantes recogen información sobre el tema del proyecto y profundizan; el profesor brinda retroalimentación por equipos

y ayuda con preguntas guías para que se enfoquen en la investigación de su proyecto.

**Etapa III. Definición de los objetivos y plan de trabajo.** Los estudiantes construyen los aprendizajes en relación directa con el desarrollo del proyecto que generará un producto, un servicio o brindará una experiencia, para lo que establecen: objetivos, temas principales, recursos con los que cuentan y los tiempos, además de elaborar un listado de las actividades necesarias para lograr los objetivos del proyecto.

**Etapa IV. Implementación.** El profesor, está atento a las dificultades y oportunidades que surgen, orienta a los estudiantes en los reajustes del plan y solicita productos intermedios, los que califica y aseguran el éxito de la presentación final. De acuerdo con la naturaleza del proyecto escogido, la dificultad del curso y las características de los estudiantes, necesitarán mayor o menor monitoreo en el proceso.

**Etapa V. Presentación y evaluación de los resultados.** El profesor establece criterios para la presentación de los productos y resultados. Los estudiantes previa preparación, los presentan, demostrando competencias como la comunicación oral y escrita. El profesor promueve la autoevaluación de los miembros del equipo y la evaluación entre pares, coordina la evaluación en plenario, insistiendo en fortalezas y debilidades en el desarrollo del proyecto, criterios sobre el proceso y las lecciones aprendidas. Es decir, el proyecto cierra con una evaluación de lo logrado y de lo aprendido por todos.

### **Metodología para implementación del Aula Invertida TecNM**

Para la implementación óptima del Aula Invertida del TecNM se requerirán dos fases:

**Fase I: Planeación de la clase invertida.** Deberá incluirse como parte de la instrumentación o secuencia didáctica de la asignatura cálculo integral, determinando en el programa de estudios los temas y subtemas que se abordarán con la estrategia de clase invertida. Es necesario identificar situaciones de la realidad que permitan abordar los temas de manera práctica y contextualizada



(aprendizaje basado en proyectos). Se precisan las estrategias didácticas para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje y el número de sesiones requeridas, así como las actividades de aprendizaje “activo-colaborativo” antes, durante y después de la clase. Además, se seleccionan y/o elaboran los recursos, materiales didácticos y medios (plataforma social educativa, software, entre otros) para proporcionarlos a los estudiantes. De la misma manera se definen las evidencias de aprendizaje activo-colaborativo (ficha técnica de construcción del aprendizaje-activo-colaborativo) donde el estudiante deberá realizar sus tareas y el diseño de los instrumentos de evaluación formativa-continua-dinámica.

**Fase II: Implementación de la clase invertida.** Se desarrolla en tres etapas: antes de la clase, durante la clase y después de la clase (Fig. 1). Cada etapa representa el transitar del estudiante para construir su propio aprendizaje: antes de clase, al interactuar en un ambiente virtual de aprendizaje hasta comprender-recordar. Durante la clase, un trabajo activo-colaborativo donde aplica, analiza, evalúa y crea. Después de clase, un trabajo de auto-reflexión, feed-Back, replantea en caso necesario, revisa los recursos educativos (un “*review*” tantas veces como sea necesario).

## Aula Invertida del TecNM



Fig. 1. Aula Invertida del TecNM.

## Resultados

### Evidencias de la implementación del Aula Invertida

#### Etapa I: Antes de clase

**Momento 1.** Sesión preliminar presencial: Se plantea a los estudiantes en qué consiste el modelo de la clase invertida, la estructura de clase, los contenidos (objetivos, material y actividades). Se les entrena para que aprendan lo esencial del modelo; cómo realizar tareas cognitivas necesarias para su aprendizaje activo usando la ficha técnica Cornell para tomar notas de la video-clase, síntesis, resumen, elaboración de preguntas.

Se utiliza el ABP situados en un contexto de interés profesional, en este caso se propone un Proyecto de la industria petroquímica en el que solucionan problemas que engloben cálculo de áreas de figuras amorfas y entre dos curvas, longitud de curvatura y cálculo de volúmenes: Se requiere construir tres bases de concreto hidráulico reforzado de sección transversal de tipo parabólico. Las bases son para instalar un depósito acotado de 20 metros para hidrocarburo. Aquí, el estudiante

procesó e interpretó datos, representó e interpretó conceptos en forma: numérica, geométrica, algebraica, verbal, modeló matemáticamente fenómenos y situaciones, se comunicó en el lenguaje matemático oral y escrito, argumentó teóricamente con precisión.

Este primer momento fue importante por cuanto el 100% de los estudiantes se motivaron por la realización del proyecto. En la primera semana solo el 22,4% dominaba los conocimientos previos para enfrentar su solución.

**Momento 2.** Se integran los equipos de trabajo y se proporciona el protocolo para elaborar el diseño de la maqueta representativa. Se solicita el material necesario para su construcción a escala y el diseño de instrumentos de evaluación (ficha técnica para tomar notas en observación de los videos, rúbrica, autoevaluación para el aprendizaje-activo-colaborativo del estudiante y evaluación de la estrategia). Uso del material en la plataforma social educativa Edmodo: puede acceder a: video-clase, apuntes en formato PDF, evaluaciones prácticas, hojas de trabajo, presentaciones, cuestionarios, ficha técnica, recursos descargables, plan de curso, espacios de interacción para dudas o ampliar información, enlaces web. Se revisó el material multimedia preparado (en formatos variados para que elijan los que se ajusten a su estilo de aprendizaje), de fácil acceso para dispositivos portátiles o descargables desde la Web. Es importante destacar el uso de la ficha técnica, como recurso cognitivo del proceso de construcción del aprendizaje antes de clase para recordar y comprender el tema.

Se comprobó la utilización de la plataforma por el 93,7 % de los estudiantes. El 100% elaboró la ficha técnica pero solo los documentos en pdf, fueron empleados por el 21,2% de los estudiantes, lo que condujo al empleo de formas más atractivas.

## **Etapa II: Durante la clase**

**Momento 1.** Apertura con cuestionamientos en torno al tema en estudio y al desarrollo del proyecto: El tiempo es utilizado para las actividades prácticas (ABP). Se verificó, en 10 minutos, que los estudiantes revisaron el material sobre los conocimientos previos) en los nuevos formatos (más videos y presentaciones, lográndose un aumento en su consulta, ahora el 85,7%); entre las estrategias de

verificación se recurre a preguntas sobre el contenido revisado (video-clase, ficha técnica, hojas de trabajo) y/o cuestionamientos para la participación activa, abierta y equitativa necesaria para abordar el desarrollo del proyecto; en el primer momento se destaca la elaboración del modelo matemático que representará la curva de la sección transversal del proyecto en un 77,6 % de los estudiantes, pero integrados a sus equipos lo lograrían enmendar.

**Momento 2. Trabajo de aprendizaje activo-colaborativo en equipo.** Se organizaron actividades colaborativas en equipo para la práctica del contenido revisado y el avance gradual de las tareas que corresponden a las hojas de trabajo y que hace que el 98,3 % de los estudiantes corrijan el modelo elaborado. El profesor incitó a discutir puntos de vistas, en equipo, para ayudar a identificar nuevos aspectos o aclarar dudas. Los estudiantes apoyados de sus notas papel-lápiz-tecnología, transitan, usando la tecnología CAS (GeoGebra), entre representaciones [algebraica-numérica-gráfica] para construir justificaciones sólidas, en un 92,3%.

**Momento 3: Aprendizaje activo-colaborativo y debate grupal.** En este momento en equipos, exponen sus ideas al grupo y se abre un debate grupal para la solución colectiva en el desarrollo del proyecto (Fig. 2). Se refuerza el proceso de modelación matemática, se integran conocimientos a las primeras aproximaciones que representan al fenómeno, con bosquejos, dibujos, diagramas, representaciones y cálculos para definir un modelo que simplifica y resuelve la situación real. En esta fase, el 100% de los estudiantes interactúa con el software para visualizar y extraer los datos necesarios y justificar y demostrar sus conjeturas, planteando que lo era lo que más gustaba.

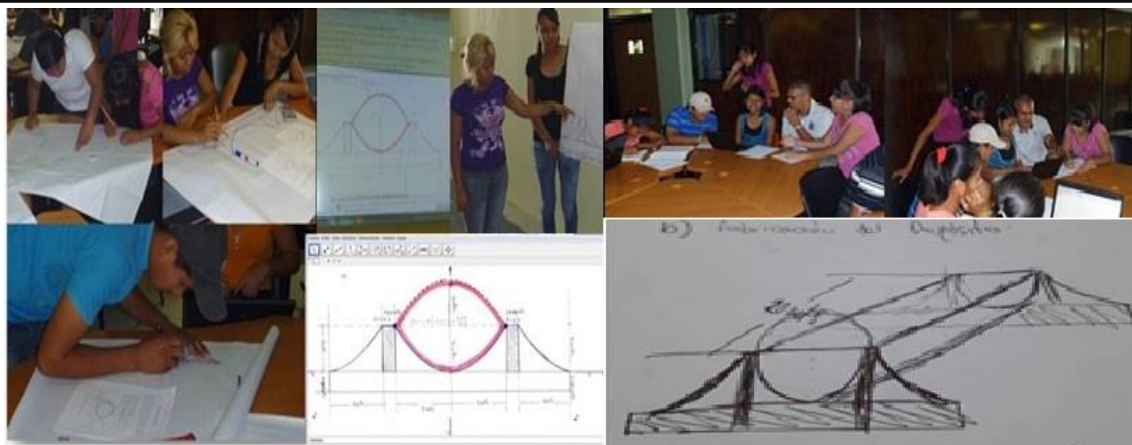


Fig. 2 Trabajo activo-colaborativo estudiante-profesor

**Momento 4: Trabajo de aprendizaje activo colaborativo estudiantes-profesor.**

La retroalimentación, después de escuchar y participar como moderador en los debates, fue importante para replantear conceptualizaciones. En la Fig. 2 se visualiza este trabajo entre estudiantes-profesor (se replantearon en dos equipos algunas conceptualizaciones del proyecto). En esta etapa, el profesor usó técnicas para la evaluación formativa, continua y dinámica, al interior de los equipos, tomando notas del avance individual y realizó las recomendaciones pertinentes para guiar al estudiante hacia la mejora continua. Se utilizaron preguntas abiertas y flexibles aleatoriamente, para promover una participación activa entre los estudiantes. Los estudiantes se mantuvieron motivados en esta actividad.

**Momento 5. Debate grupal sobre el desarrollo del proyecto.** Los equipos distribuyen a los estudiantes de forma tal que el 100% demuestra lo aprendido y se corrobora la valía del modelo utilizado. Los estudiantes exponen al grupo (Fig. 3) el trabajo realizado en papel-lápiz-tecnología y evidencian su aprendizaje.

**Momento 6 Entrega de hojas de trabajo, ficha técnica Cornell y maqueta del proyecto.** El 100% de los estudiantes entrega individualmente lo realizado en el proceso: ficha técnica de notas de la video-clase, hojas de trabajo y maqueta a escala representativa del proyecto. El profesor evalúa y hace las observaciones pertinentes, valorando de muy positivo lo realizado, al 97,3% obtener evaluaciones satisfactorias.



### Etapa III: Después de la clase

Se continúa trabajando en el proceso de cierre y el trabajo a largo plazo (Fig. 4). El profesor entregó los trabajos con observaciones individuales. Primero, organizó el cierre de los temas vistos, considerando los sucesos de los debates en la clase, y la revisión de los documentos entregados. Después el estudiante, tomó las notas necesarias para complementar su proceso de construcción. El 100% logra vincular el proyecto a su profesión y expresar su satisfacción por lo aprendido.



Fig. 3 Exposición de resultados, debate y feedback

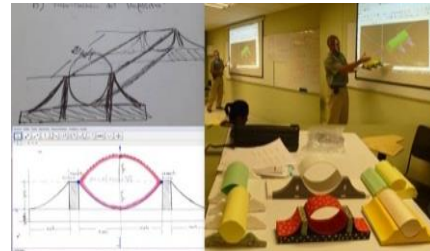


Fig. 4. Proceso de cierre del aprendizaje activo-colaborativo mediante feedback

### Discusión

Los resultados reportan hallazgos alentadores al trabajar en proyectos que focalizan el proceso de construcción del aprendizaje del estudiante. Este sistema de gestión del aprendizaje activo-colaborativo enmarcado en un ambiente del Aula Invertida del TecNM y el ABP con estrategias didácticas cognitivo-afectivas, permite al estudiante participar activamente en el desarrollo de sus tareas, en un contexto donde exteriorizan su forma de pensar en los debates en equipos y grupal, uso de la tecnología, transitando entre diferentes representaciones y con un trabajo articulado papel-lápiz-tecnología. La naturaleza de estos proyectos permite verificar los conocimientos adquiridos individualmente y facilitan la evaluación continua y un ritmo de trabajo fluido; ofrece oportunidad de ajustar, conceptualizaciones en el momento oportuno.

Durante el proceso de construcción del aprendizaje el estudiante enfrenta actividades que demandaban retos en el desarrollo del proyecto, cuando revisa la



plataforma social educativa con la necesidad de comprender y recordar conceptos y propiedades del tema. Durante la clase el reto es aplicar, analizar, evaluar, exponer y debatir, crear. Después de clase la necesidad de revisar y replantear en caso necesario.

Los resultados indicaron avances en el proceso de construcción de un aprendizaje eficaz, escalaron progresivamente al orden superior en el desarrollo de las habilidades de pensamiento como aplicación, análisis, evaluación y creación (Rivera, 2017; Sánchez, 2018). Se utilizaron estrategias didácticas antes, durante y después de clase que permitieron abordar el proyecto: lluvia de ideas, tácticas de solución, búsqueda de información pertinente, planteamiento de soluciones y comunicación de resultados en equipo y grupal, en un ambiente que permite a los estudiantes observar, reflexionar, discutir, explicar, predecir, revisar y de esta manera construir conceptos en forma significativa. Este tipo de proyectos de innovación tecnológica contribuye al proceso de construcción de competencias profesionales en los futuros ingenieros del TecNM (Gamino, Acosta y Pulido, 2017). Este enfoque didáctico-pedagógico permite: preparar una buena clase, material didáctico de calidad y replicarlo una y otra vez, evitando así, las repeticiones que los estudiantes solicitan. Es muy importante considerar en este tipo de proyectos de innovación tecnológica, el uso de las TIC como instrumento didáctico-cognitivo y materiales elaborados según las características de nuestros estudiantes.

Se usaron las plataformas educativas Edmodo y EdPuzzle. Edmodo proporcionó un espacio de comunicación entre los estudiantes, fomentó el trabajo colaborativo entre ellos y el profesor, favoreció el compartir recursos multimedia, objetos de aprendizaje, enlaces y archivos en varios formatos, asignar tareas a estudiantes, gestionar y evaluar de manera formativa. Edpuzzle admitió personalizar videos preparados por otros para usarlo en el ámbito educativo y ofreció información sobre lo que hacen los estudiantes, se crea un registro de los que ven los videos, se puede monitorear, además, si han tenido dificultad al contestar las preguntas, cuántas veces reprodujeron el video; datos que dan un feedback valioso para el profesor en el momento de preparar la clase práctica, atendiendo dudas. Facebook, como red

social, facilitó el intercambio de información, la interacción y la colaboración en grupo de usuarios. Estos datos aseguraron que los estudiantes llegaran a clase con los conocimientos necesarios. Sin embargo, las limitantes siguen siendo la conectividad y el acceso a internet porque no todos los estudiantes la poseen, pero el trabajo en equipo lo minimizó.

### Conclusiones

La implementación del proyecto de Aula Invertida implica cambio de roles tanto del docente como del estudiante. Se privilegia el aprendizaje centrado en el estudiante. Cada individuo posee sus propios ritmos y estilos de aprender. Es un ambiente donde el estudiante desarrolla su aprendizaje a partir de diversas situaciones que facilitan y optimizan el mismo: experiencias, intereses y motivaciones, problemáticas asociadas y alternativas de solución. Un contexto, donde los estudiantes asumen de manera activa la construcción de su propio conocimiento mediante la búsqueda, selección y síntesis de la información. Resulta un proceso de construcción de aprendizaje activo-colaborativo-afectivo, en el que se desarrollan competencias de comunicación, pensamiento crítico, debate, solución óptima de proyectos, entre otros.

### Referencias bibliográficas

- Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano, M. y Casiano, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, V.4 (1), 261-266. Badajoz, España. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Allueva, A. I. y Alejandro, J.L. (2016). Simbiosis del aprendizaje con las tecnologías. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=664103>
- Bedrina, O. (2016). The flipped classroom: does it actually work? Disponible en: <https://blog.animatron.com/2016/05/7/the-flipped-classroom-does-it-actually-work/>.
- Churches, A. (2013). Taxonomía de Bloom para la Era Digital En: *REDuteka*. Disponible en: <https://edorigami.wikispaces.com>

- Cobo, G. y Valdivia, S. (2017). Aprendizaje basado en proyectos. Colección Materiales de Apoyo a la Docencia No. 1. Pontificia Universidad Católica del Perú. En: <https://idu.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/07/5.-aprendizaje.pdf>
- Coufal, K. (2014). Flipped learning instructional model: perceptions of video delivery to support engagement in eighth grade math. (Tesis doctoral). Recuperado de ProQuest, UMI Dissertations Publishing (UMI3634205)
- Fidalgo, F., Sein-Echaluce, M. y García, F.J. (2018). Del método de aula invertida al aprendizaje invertido. Conferencia impartida en la Universidad Politécnica de Madrid en el marco de las Jornadas de Innovación docente. DOI. 10.5281/zenodo.2081943
- Fumero, Dácil. 2020. Taxonomía revisada de Bloom. *En Proyecto Día. Docentes innovando en Arafo.* Disponible en: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/mfumfri/>
- Gamino, A., Acosta, M. y Pulido, R. (2017). Modelo de formación dual del Tecnológico Nacional de México. *Revista de Investigación en Educación*, No 14 (2), 170-183. Disponible en: <http://webs.uvigo.es/reined/>
- García, E. M., Silva, M. A., Tarifa, L. (2019). Cooperación y juego, binomio para el aprendizaje de las matemáticas. Resultados en una escuela mexicana. *Revista Atenas*. Vol. 2 (46), 17-31. Disponible en: <https://atenas.reduniv.edu.cu>
- García, H. y Tintorer, O. (2016). Organización de la actividad de situaciones problema en matemática. *Revista Atenas*. Vol. 3 (35), 31 - 46. Disponible en: <https://atenas.reduniv.edu.cu>
- Hernández, C. y Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos XLIII* (3), 193-204.
- ICEMD. Instituto de la Economía Digital de ESIC. (22 Marzo de 2017). Últimas Tendencias en Formación, Capacitación y Aprendizaje. En: *Esic Business y Marketing School* Disponible en: [https://www.esic.edu/pdf/tendencias\\_en\\_educacion.pdf](https://www.esic.edu/pdf/tendencias_en_educacion.pdf)
- Marzano, R.J. y Carbaugh, B. (2014). Teacher & leader evaluation Marzano center teacher observation protocol for the 2014 Marzano teacher evaluation model. Disponible en: [https://sde.ok.gov/sites/documents/files/2014%20Protocol%20Paper\\_20140128.pdf](https://sde.ok.gov/sites/documents/files/2014%20Protocol%20Paper_20140128.pdf)
- Maslow, A. H. (1983). *La personalidad creadora*. 6ta ed. Barcelona: Editorial Kairós.
- Mendo, L., Castañeda, A. y Tarifa, L. (2017). El desarrollo de argumentos matemáticos en estudiantes universitarios. *Revista Atenas* Vol. 3 (39), 1-17. Disponible en: <https://atenas.reduniv.edu.cu>
- Merla, A. E y Yáñez, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, No 16(8), 68-78. En: <http://bdistancia.ecoesad.org.mx>

- Montero, D. (2018). El método del aula invertida, qué es y cómo ayuda al alumno. Disponible en: <https://www.hacerfamilia.com/educación/>
- Nájera, E. (2018). Aprendizaje Sinérgico [Cuaderno de Trabajo]. Instituto Tecnológico de Durango.
- Rivera, F. (2017). *Aula Invertida. Un modelo como alternativa de docencia en ingeniería*. Universidad Politécnica Saleciana. Coediciones Abyla Yala.
- Rué, J. (2016). Entornos de aprendizaje digitales y calidad de la educación superior. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya. Editorial UOC. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/290315312\\_Entornos\\_de\\_Aprendizaje\\_digitales\\_y\\_calidad\\_en\\_la\\_Educacion\\_Superior](https://www.researchgate.net/publication/290315312_Entornos_de_Aprendizaje_digitales_y_calidad_en_la_Educacion_Superior)
- Sánchez, R. (2018). Aula invertida, metodología del siglo XXI. Tesis de Master en Formación del Profesorado/Itinerario de Tecnología de Servicios Univ. Islas Baleares.
- Vidal, M., Rivera, N., Nolla, N., Morales, I. y Vialart, M.N. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Rev. Educación Médica Superior*. Vol. 30(3).
- Zainuddin, Z. y Halili, H. (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(3), 313-340.