

# AULA INVERSA UN NUEVO ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA EN LA INGENIERÍA

## FLIPPED CLASSROOM A NEW APPROACH TO ENGINEERING EDUCATION

J. A. Romero Sierra<sup>1</sup>  
F. Pérez Saldaña<sup>2</sup>  
M. P. Torrijos Muñoz<sup>3</sup>  
A. G. Martínez Herrera<sup>4</sup>

### RESUMEN

Una problemática específica de México es que las aulas tienen un gran número de alumnos, se observa la disparidad generada en los tiempos de aprendizaje, ya que, el profesor se encuentra en el dilema de dar la clase a los que van avanzados o a los que tienen dudas del tema, lo que provoca que no se pueda tener la interacción con todos los alumnos y las pruebas de evaluación se convierten en solo preguntas que los alumnos memorizan y repiten. El presente estudio pretende contestar a la pregunta ¿Cómo la metodología de aula inversa (Flipped Classroom) permite aumentar el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas en el área de ingeniería? La metodología ocupada implementa el aula inversa, la materia que se considera es álgebra lineal impartida en las diferentes ingenierías, la visualización de las clases grabadas en horario extra clase y la aplicación de actividades de integración de conocimientos en clase se pretende una mayor comprensión de los temas, como resultado se tiene que se redujo la no acreditación de la materia de un 28% a solo un 6%, en cuanto al promedio global de calificaciones se pasó de 73 a 90, esta propuesta sienta las bases para el cambio del paradigma educativo, cambiando lo que se veía en clases a reforzamiento y aplicación del conocimiento.

### ABSTRACT

A specific problem in Mexico is that the classrooms have a large number of students, the disparity generated in the learning times is observed, since the teacher is in the dilemma of giving the class to those who are advanced or to those who have doubts about the subject, which causes that the interaction with all students cannot be had and the evaluation tests become only questions that students memorize and repeat. The present study aims to answer the question How does the Flipped Classroom methodology (Flipped Classroom) allow to increase students' performance in learning mathematics in the engineering area? The methodology used implements the reverse classroom, the subject considered is linear algebra taught in the different engineering areas, the visualization of the recorded classes after class hours and the application of knowledge integration activities in class is intended for a better understanding of the topics, as a result we have that the non-accreditation of the subject was reduced from 28% to only 6%, in terms of the overall average of grades went from 73 to 90, this proposal lays the foundation for the change of the educational paradigm, changing what was seen in classes to reinforcement and application of knowledge.

### ANTECEDENTES

#### Problemática

Una problemática específica de México es que las aulas tienen un gran número de alumnos, en general con grupos de 40 se observa la disparidad generada en los tiempos de aprendizaje,

---

<sup>1</sup> Profesor de Asignatura del Instituto Tecnológico de Puebla. Tecnológico Nacional de México  
[jaime.romero@puebla.tecnm.mx](mailto:jaime.romero@puebla.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Profesor de Asignatura del Instituto Tecnológico del Valle de Guadiana. Tecnológico Nacional de México  
[felicidad.ps@vguadiana.tecnm.mx](mailto:felicidad.ps@vguadiana.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Profesor de Asignatura del Instituto Tecnológico de Puebla. Tecnológico Nacional de México.  
[patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx](mailto:patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Profesor de Asignatura del Instituto Tecnológico de Puebla. Tecnológico Nacional de México.  
[arturo.martinez@puebla.tecnm.mx](mailto:arturo.martinez@puebla.tecnm.mx)

ya que, el profesor se encuentra en el dilema de dar la clase a los que van avanzados o a los que tienen dudas del tema, lo que provoca que no se pueda tener la interacción con todos los alumnos y las pruebas de evaluación se convierten en solo preguntas que los alumnos memorizan y repiten, se elimina el proceso de razonar y contextualizar el conocimiento, al mismo tiempo genera un rezago en el mismo grupo.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo la metodología de aula inversa (Flipped Classroom) permite aumentar el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas en el área de ingeniería?

### **Objetivo General**

Implementar la metodología de aula inversa a la materia de álgebra lineal para incrementar el rendimiento de los estudiantes en el entorno de educación superior.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar aprendizajes previos para la estructuración mediante diseño instruccional de los temas del curso.
- Crear el contenido pertinente de manera online: libros, videos y aplicaciones para la enseñanza de manera online.
- Distribuir el contenido en línea a los alumnos para la utilización de los mismos.
- Implementar y evaluar la aplicación de la metodología de aula inversa.

### **Justificación**

Para atender a todas estas problemáticas se recurrió al enfoque de aula inversa, el cual uno de los principales puntos que ataca es recuperar el tiempo en el aula para la interacción de los alumnos y los profesores, esto permite que los mismos participen de forma activa en su aprendizaje y contextualicen los conocimientos en problemáticas que suceden en su entorno, se atiende de forma personalizada a los alumnos e incrementa el tiempo productivo en clase.

Uno de los factores clave es el aprovechamiento de los recursos tecnológicos, ya que, los alumnos de las nuevas generaciones son nativos naturales de los mismos, buscando que el tiempo muerto en el hogar se convierta en productivo, y además ataca el problema de los tiempos de aprendizaje, ya que con el apoyo del internet el aprendizaje es autorregulado y asíncrono.

Finalmente, un punto a destacar que ataca el enfoque de aula inversa es la contextualización de los conocimientos, ya que, la mayoría de los estudiantes no saben aplicar los conocimientos en situaciones que lo ameritan.

En la actualidad, en las aulas se presenta un cambio representativo en el paradigma educativo, el cual tiene que ver con la forma de enseñar en el modelo tradicional ya no puede solventar el nivel educativo necesario que requieren nuestros estudiantes, un factor que predomina, actualmente, es el uso de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC), las cuales nos dice Cabero (1998) se ha limitado su uso a solo administrativo y de gestión, ya que, por su naturaleza va en contra de muchos aspectos de la enseñanza tradicional, la cual la educación se basa en lo que dice el maestro se auxilia de principios como: autoridad,

adaptación, actividades solo realizadas por el maestro y la motivación en base a un sistema de premios y castigos (Camayo, 2013), por lo que utilizar las TIC indicaría un cambio radical en el sistema educativo, que involucraría un cambio desde el modo en impartir la docencia, en los valores y en los roles que en el método tradicional han prevalecido.

Ante estos cambios necesarios han surgido varios enfoques que atacan directamente al problema de involucrar la enseñanza con las TIC, uno de estos es el enfoque de aula inversa (Flipped Classroom) que se puede definir como todas las actividades que eran establecidas en el aula como son las clases, son directamente vistas por el alumno desde su hogar y las tareas o prácticas son llevadas al aula Bergmann & Sams (2014). Bajo este enfoque lo que se busca es aprovechar el tiempo al máximo en el salón de clase, así como, en el hogar se apoya en las TIC para que el alumno visualice en casa contenido en línea que el profesor previamente prepara, pueden ser páginas de internet, documentos en línea o hasta videos de los conceptos clave de las futuras clases y en el salón de clases, el alumno es instruido a través de metodologías que involucren su participación dentro del proceso de aprendizaje.

### **Contexto**

Localidad: Puebla

Escuela: Instituto Tecnológico de Puebla.

Rasgos del entorno: La principal actividad que se encuentra en el estado es la industria de armado automotriz, como son las plantas de Volkswagen y Audi, así como, los proveedores de autopartes en el estado.

Competitividad: Como principales escuelas a competir en el estado en la formación de ingeniero, Puebla cuenta como instituciones: La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la UDLAP, la IBERO, ITESM y la UVM.

### **Alcances**

El presente estudio plantea implementar la metodología de aula inversa en estudiantes de ingeniería a lo largo de 4 meses, comparando la utilidad del mismo mediante la evaluación de dos grupos, uno con enseñanza tradicional y el otro con aula inversa.

### **Limitaciones**

El estudio se limitará a un periodo de tiempo de un semestre y se aplicará en estudiantes de la carrera de ingeniería.

## **METODOLOGÍA**

### **Hipótesis**

Se planteó que el uso de la metodología de Aula inversa (Flipped Classroom) no solo aumentará el índice de aprobación dentro de un aula, si no que aminorará la deserción de las clases y aumentará el interés de los estudiantes con respecto a un grupo de control que no se implemente dicha metodología.

Se pretende bajar el índice de reprobación en la materia de álgebra lineal que es impartida a diferentes carreras de ingeniería, aún lado que los conocimientos de esta materia están

vinculados a materias como: Investigación de operaciones, Física, Cálculo vectorial, Circuitos eléctricos y Ecuaciones diferenciales.

Por último, se pretende que esta metodología se integre a más materias del área de ciencias básicas ya que se convierte en una herramienta más práctica en cuanto a la evaluación de competencias, ya que, por la utilidad se puede llegar a un mayor número de estudiantes permitiéndoles autorregular su aprendizaje y tener a disposición el material necesario para repaso de cada tema.

### **Diseño utilizado**

Se ocupó la metodología Aula inversa (Flipped classroom), la cual se auxilia de recursos virtuales y en la programación de actividades en clase que permitan el aprendizaje óptimo de las materias.

### **Sujetos, universo y muestra**

El estudio se hizo con 2 grupos de forma asíncrona de la materia de Álgebra lineal, impartida en las carreras de Ingeniería: Industrial, Mecánica, Eléctrica, Electrónica y Gestión empresarial en el 4to semestre.

La demanda por semestre de la materia es de alrededor de 20 grupos, optando por dos grupos de control con diferente profesor, los cuales la característica principal que se busca es que sean alumnos que tomen por primera vez la materia y no tengan ventaja sobre el otro grupo. Las características del grupo de control A, es que será un grupo del semestre agosto-diciembre de 2019, el cual se le impartió la materia de forma tradicional, con material de libros especializados en Álgebra Lineal.

Las características del grupo de control B, es que será un grupo del semestre enero-junio 2020, el cual se implementó para cada unidad los recursos de aula inversa que se basan en textos académicos y videos de las clases.

Para la evaluación de resultados se aplicó el mismo examen de conocimientos a los dos grupos y se analizó el índice de aprobación y reprobación.

### **Procedimiento**

#### **Evaluación diagnóstica**

Se aplicó un examen diagnóstico a los alumnos, el cual permitió ver sus conocimientos previos y realizar las adecuaciones pertinentes para la estructuración del curso, viendo los recursos digitales necesarios y aplicando un diseño instruccional de la materia.

#### **Diseño instruccional**

Con base en los resultados arrojados del examen diagnóstico, se planteó los tiempos pertinentes para la impartición de temas, mediante el llenado del documento de diseño instruccional siguiente:

**Tabla 1.** *Formato de diseño instruccional*

Formato diseño instruccional	
Unidad:	
Competencia:	
Tiempo de Duración:	
Elaborado por:	
<b>Tema: <i>Introducción a la estimación estadística</i></b>	
Tipo de recurso	Vídeo
Objetivo del recurso	<i>Que se pretende que el alumno pueda realizar al final de la visualización</i>
Tiempo estimado	<i>Tiempo recomendado de asimilación del contenido por los alumnos</i>
Contenido del recurso	<i>Se muestra los temas que se abarcarán</i>

### Elaboración de videos

A partir de los diseños instruccionales de cada tema, se realizó los siguientes pasos:

- Se crean los borradores y guiones para la impartición del tema.
- Utilizando diferentes tipos de software, se elige el que mejor plasme el contenido a mostrar (pizarras virtuales, calculadoras, simuladores, etc.)
- Se elige el software apropiado de grabación, así como, las herramientas de grabación necesarias como: cámaras y micrófonos.
- Al realizar las grabaciones se siguen las recomendaciones pertinentes para la grabación de videos educativos como lo son: tiempo máximo 10 minutos, ser concisos y mostrar la solución de ejercicios.

Para la materia de Algebra Lineal se busca alcanzar las competencias necesarias de la unidad que se requieran cubrir, siendo las siguientes:

- Números complejos. - Utiliza los números complejos, sus representaciones y las operaciones entre ellos para tener una base de conocimiento a utilizar en ecuaciones diferenciales y en diferentes aplicaciones de ingeniería.
- Matrices y determinantes. - Utiliza las matrices, sus propiedades, el determinante y operaciones entre ellas, para resolver problemas de aplicación en las diferentes áreas de las matemáticas y de la ingeniería.
- Sistemas de ecuaciones lineales. – Resuelve problemas de aplicación en ingeniería sobre sistemas de ecuaciones lineales para interpretar las soluciones y tomar decisiones con base en ellas, utilizando los métodos de Gauss, Gauss-Jordan, matriz inversa y regla de Cramer.

### Actividades en clase

Como parte del enfoque de aula inversa, se pretende que las actividades realizadas en clase como la instrucción de temas se realicen por medio de los videos, el tiempo en clase debe ser compensado con la realización de diferentes actividades como lo son:

- Instrucción por pares

En esta se buscaba que el alumno con una preparación pre-clase contestará una pregunta de un concepto del tema visto, al inicio de la clase el profesor mostraba a los alumnos un problema de aplicación el cual involucraba los puntos clave dentro de los videos previamente vistos, se mostraba 4 soluciones y se le daba un minuto a los alumnos para contestar esta interrogante sin ayuda de sus compañeros, al término se le pedía al alumno que mediante un letrero mostrara al profesor cual era la respuesta que él creía que era correcta, el paso siguiente era que en 1 minuto más el alumno tenía que convencer y argumentar a sus compañeros que lo rodeaban que su respuesta era la correcta, al término del tiempo los alumnos mostraban nuevamente sus respuestas y si el profesor veía que menos del 80% del salón no tenía el concepto correcto explicaba más afondo los puntos clave que ayudan a resolver el problema, este tipo de enseñanza permitiría solventar lo que en grupos grandes de alumnos le es imposible al profesor que es consultar las dudas y enseñarle al alumno a argumentar sus respuestas.

- Investigaciones dirigidas

Los alumnos realizaban una investigación en casa de temas relacionados con lo visto en clase, el profesor previamente se informaba del contexto actual y de interés de los alumnos y buscaba aplicaciones prácticas del mismo, con el fin de que el alumno aprendiera a hacer investigaciones de forma correcta. Se les pidió que las referencias de lo investigado no fuera solo una página de internet. En clase los alumnos se integraban en grupo y discutían la información que realmente era relevante y aquella que tenían que discriminar. En algunos problemas el alumno desarrollaba el tratamiento matemático y para concluir cada equipo elegía un representante que explicaba sus puntos claves y aportaciones del tema.

- Debates grupales

En esta actividad a los alumnos se les dio dos puntos de vista diferentes sobre una situación contextual que involucró los conocimientos vistos en clases contextualizados con lo que estaban pasando, se dividió el grupo en equipos de dos y en dos días se prepararon para defender sus argumentos e ideas que plantearon el equipo contrario, para hacer una argumentación válida se tuvo que mencionar la fuente de donde obtuvo la información ya que de lo contrario se consideraba como ficticia, el rol del profesor fue de moderador quien mostró una actitud de orden y respeto. Los alumnos tomaron la palabra solo una vez, y se permitió que los integrantes de todo el equipo participaran. Al final de esta actividad los alumnos y el profesor dieron las conclusiones del tema.

- Aprendizaje a través de problemas

Los alumnos al enfrentarse en este tipo de metodología de enseñanza tomaron el rol activo de su aprendizaje, en esta actividad al inicio de la clase el profesor propuso una problemática en la cual no solo involucró los conocimientos de la materia, sino que también una sinergia de conocimientos para resolverlo, el alumno se documentó e informó sobre el tema, propuso un planteamiento de forma individual y generó las preguntas para resolverlo. En la segunda sesión, los alumnos se reunieron en equipos de 4 personas, las cuales compartieron puntos de vista acerca del problema a resolver, se llegó a un acuerdo sobre el planteamiento y resolución de las preguntas generadas por todos, los alumnos realizaron un análisis matemático, el cuál justificó sus soluciones. Para la tercera sesión los alumnos expusieron de

forma grupal con una presentación el tema y argumentaron su solución, En un tiempo estimado de 15 minutos expusieron con diagramas y cálculos mostrando una solución. Para finalizar la actividad entre todo el grupo se eligió la solución óptima del problema y las conclusiones globales del mismo.

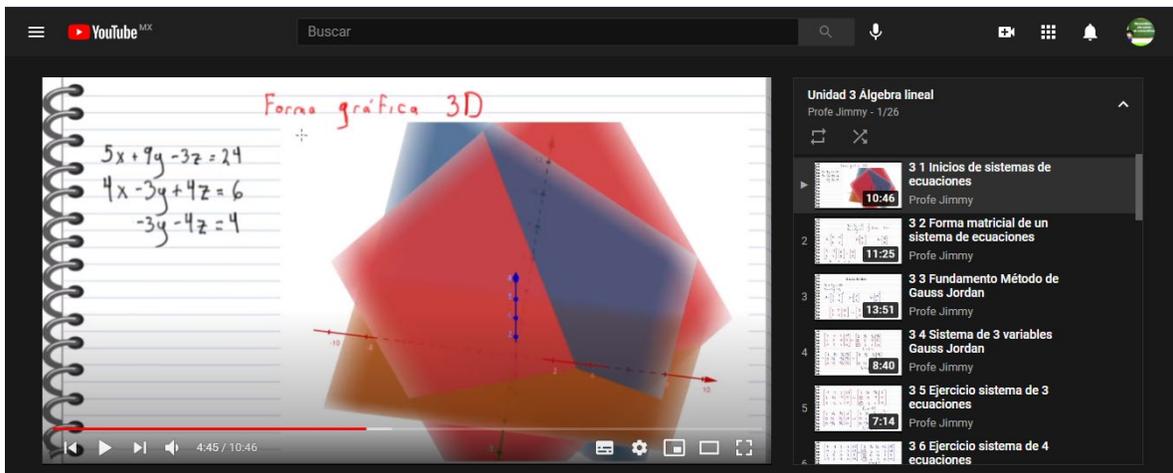
Cada una de estas actividades se implementó en el grupo con enfoque de aula inversa, los mismos ejercicios de cálculo fueron resueltos por el grupo de enseñanza tradicional en sus casas sin asesoramiento del profesor. Mientras que, los alumnos con enfoque de aula inversa la única tarea que disponían era la preparación para la próxima clase y en el salón de clases se resolvieron dudas dando la oportunidad de tocar aplicaciones prácticas de los temas de la unidad con la guía del profesor.

### Estructuración de la clase

Aplicando el enfoque de aula inversa se estructuró la impartición de los temas de la siguiente forma:

- Actividades en casa

Los alumnos se les asignó como tarea ver los videos de los temas que se tocarían en la siguiente clase a través de la plataforma YouTube como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Captura de pantalla lista de reproducción de temas de la tercera unidad

De los cuales los alumnos tomaron notas y establecieron sus dudas. Anexando una investigación documental del tema, el cuál es un complemento que abarca las partes teóricas como deducciones y teorías que se trata de no incluir en el recurso visual.

- Actividades en clase

Aprovechando todo el tiempo disponible que se obtiene en la clase se repartió el tiempo de la siguiente manera:

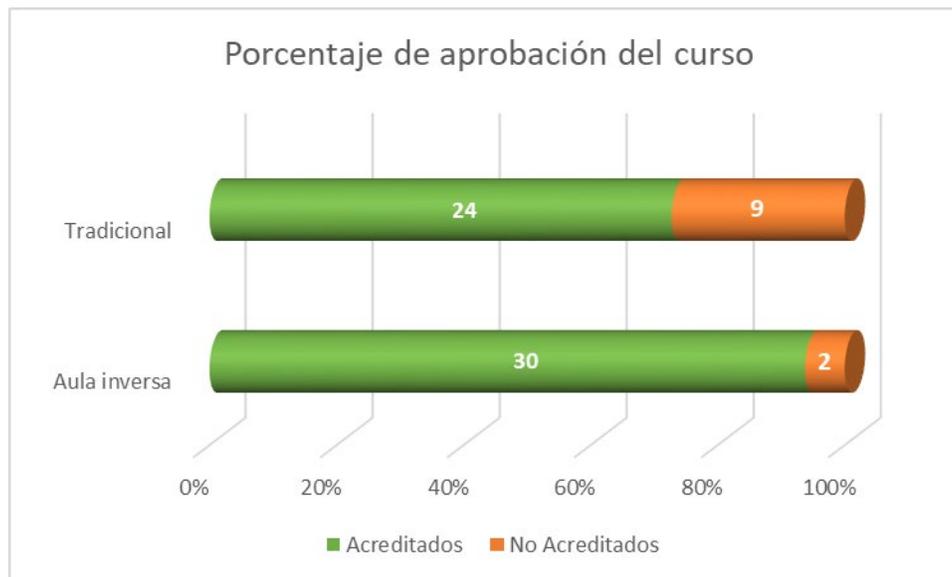
- Realización de ejercicios que reflejen que el alumno visualizo y capto correctamente los temas en clase, estos se realizan paso a paso con la ayuda del profesor y se hace énfasis en las dudas de los alumnos.

- Aplicación de preguntas claves que reflejen los conceptos principales que se desean que los alumnos aprendan, con la ayuda de sus mismos compañeros se resuelven las dudas ejecutando la metodología de instrucción por pares.
- Se plantea la resolución de ejercicios complejos de aplicación los cuales ayudan al estudiante a implementar los conocimientos adquiridos por las actividades de casa y las actividades de clase
- Finalmente, se da un tiempo de retroalimentación para la solución de dudas y reseña de lo que se verá en clases futuras.

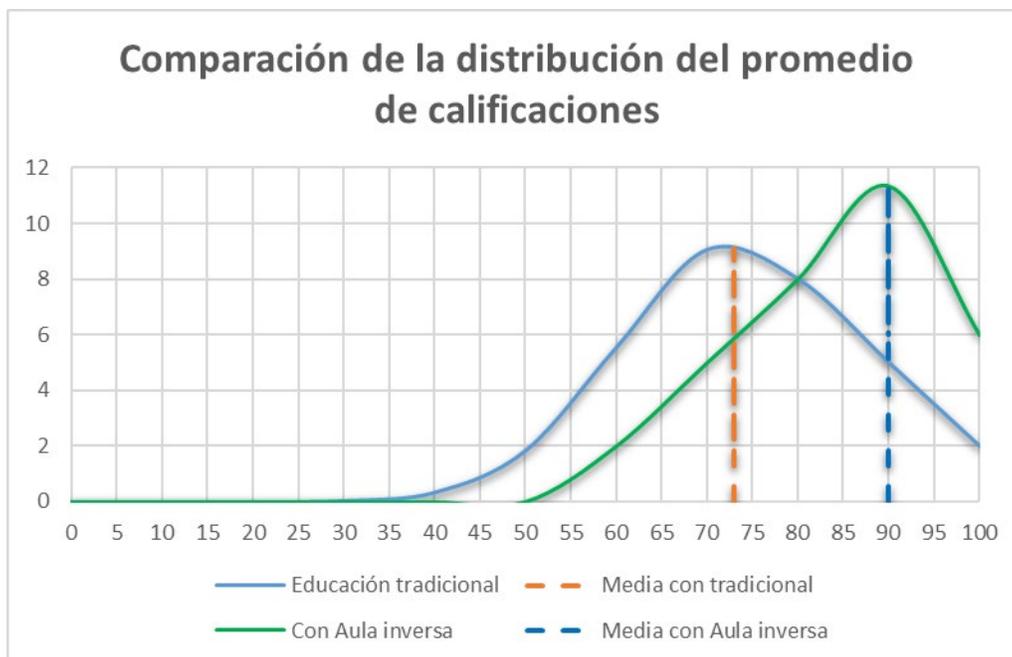
**RESULTADOS**

Para la evaluación de la implementación de la metodología de aula inversa se hizo de forma cuantitativa mediante dos aspectos: se evaluó el porcentaje de acreditación de la materia y la distribución de las calificaciones, para el grupo A (forma tradicional) y el grupo B (Con Aula inversa) los dos con 32 estudiantes.

Obteniendo los siguientes resultados:



**Figura 2.** Gráfico comparativo de aprobación del curso



**Figura 3.** Gráfico comparativo de la distribución de las calificaciones del curso

Haciendo un análisis de las estadísticas del curso, se lograron los objetivos de esta metodología que era reducir la no acreditación de los alumnos de un 28.13% de la enseñanza tradicional, a solo un 6.25%. Con respecto a la distribución de las calificaciones se tiene que la media del grupo con enseñanza tradicional es de 73, mientras que la del grupo con aula inversa es de 90, por lo que se puede ver que el grupo aumentó significativamente su rendimiento en las evaluaciones.

### CONCLUSIONES

Una de las bondades de la aplicación de este proyecto fue que, la grabación de los temas les ayudó a los alumnos a repetir las veces que fue necesario los puntos clave que necesitan para aprender las materias, esto repercutió directamente en sus notas, ya que, se vio que los alumnos en clase tenían una mayor disponibilidad de aprender y aplicar sus conocimientos en clases, este enfoque permite que los alumnos se apropien de la velocidad de su aprendizaje y el profesor asume la posición de guía de aprendizaje en los mismos.

Con las presentes herramientas tecnológicas se asegura que el alumno saque el mayor provecho de la utilización de estas, en opinión de los alumnos se tiene que les agrada más esta forma de aprendizaje, ya que, el solo estar apuntando lo que se pone en el pizarrón y memorizarlo para la acreditación de un examen, no les parece estar aprendiendo; para ellos el aprender significa darle una aplicación tangible de lo que hacen y buscar la vinculación de conocimientos entre todas sus materias.

Finalmente, esta metodología incentiva a que el alumno desarrolle la competencia más importante que es aprender a aprender, ya que, si se desarrolla de manera adecuada el alumno verá que las herramientas que necesita no siempre están en el aula, que a veces se tiene que apoyar de recursos externos y comprender saberes que están siempre a su alcance. Además

de que en los tiempos actuales de pandemia es una alternativa factible ya que se tiene que los alumnos pueden trasladar su conocimiento a forma digital sin necesidad de estar en un aula, sin perder como se quiere distribuir los contenidos a los mismos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Bergmann, J., & Sams, A. (2014). *Flipped Learning*. Ediciones SM

Cabero, J. (10-13 de noviembre, 1998). *Las aportaciones de las nuevas tecnologías a las instituciones de formación continuas: Reflexiones para comenzar el debate*. Ponencia presentada en el V Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica y Organizaciones Escolares. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=546631>

Camayo, K. (2013). *La educación tradicional*. <http://es.slideshare.net/karlablancas12/la-educacin-tradicional-karla-blancas-m1>