

Flipped classroom: an experimental analysis in times of pandemic

Cristian Félix Rojas Huamán, MSc¹, Julia Lizet Torres Rivera, PhD², Kriss Melody Calla Vasquez, PhD³, Katia Vigo Ingar, Dr⁴ and Ray Wladimir Flores Manghiert, MSc⁵

¹Universidad Privada del Norte, Perú, cristian.rojas@upn.edu.pe

²Instituto Superior Tecnológico Tecsup, Perú, jtorres@tecsup.edu.pe

³Universidad San Ignacio de Loyola, Perú, kriss.calla@epg.usil.pe

⁴Universidad Nacional del Callao, Perú, kvigo@unac.edu.pe

⁵Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C26047@utp.edu.pe

Abstract

Implementing a flipped classroom model despite the pandemic situation was an accurate decision. Prior to implementation, it was important to identify the best way to introduce math sessions by taking both faculty and students' significant output. This model has three essential stages that are key to guaranteeing learning: before, during and after.

This study aims at analyzing the before-implementation stage in math classes addressed to first-year learners of a higher education institution in Lima who are aged around 19, come from different parts of the country, and have diverse educational backgrounds going from national to private educational centers. These are common characteristics in every career the institution offers. Both content and math problems were reviewed and contextualized systematically and, as a result, the academic performance improved; the new way of working involved watching a video with questions that learners were asked to solve prior to their class session.

This study proposes the implementation of the flipped classroom because of its benefits and, consequently, the learner's satisfaction.

Keywords: Flipped classroom, math problems, flipped classroom stages, pandemic.

Aula Invertida: un análisis experimental en tiempos de pandemia

Cristian Félix Rojas Huamán, MSc¹, Julia Lizet Torres Rivera, PhD², Kriss Melody Calla Vasquez, PhD³, Katia Vigo Ingar, Dr⁴ and Ray Wladimir Flores Manghiert, MSc⁵

¹Universidad Privada del Norte, Perú, cristian.rojas@upn.edu.pe

²Instituto Superior Tecnológico Tecsup, Perú, jtorres@tecsup.edu.pe

³Universidad San Ignacio de Loyola, Perú, kriss.calla@epg.usil.pe

⁴Universidad Nacional del Callao, Perú, kvigoi@unac.edu.pe

⁵Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C26047@utp.edu.pe

Resumen

La implementación del modelo de Aula Invertida en tiempos de pandemia fue un acierto, sin embargo, la implementación previa, que fue una propuesta para poder identificar la mejor manera de presentar la parte previa en las sesiones de clase de matemática hizo que se considerara información relevante e importante, tanto en los docentes como estudiantes. Es preciso marcar los tres momentos de este modelo para entender que cada etapa es importante. El antes, el durante y el después son decisivos para afianzar el aprendizaje. En este estudio se presenta como objetivo analizar la parte previa (antes) de la implementación del modelo del Aula Invertida en los cursos de Matemática que se dictan en el primer año de estudios en una institución superior de Lima – Perú, cuya población estudiantil tiene una edad promedio de 19 años y el lugar de procedencia es diverso, desde lugares e instituciones de educación básica regular privadas o estatales de la capital, como del interior del país siendo esto un factor que se da en las diversas carreras. A su vez se hizo una revisión sistemática de la literatura y la contextualización de las dificultades de las matemáticas. Como resultado se observó una mejora en el rendimiento académico de las aulas, donde se desarrolla una nueva forma de trabajo, en el cual se le añadió un video que incluía cuestionarios que eran necesarios realizar para poder avanzar en la clase. Finalmente, la investigación propone la implementación del aula invertida, puesto que se observan beneficios motivadores, como la satisfacción del estudiante.

Palabras clave: Aula invertida, dificultades matemáticas, momentos del aula invertida, pandemia.

I. INTRODUCCIÓN

El segundo semestre del año 2019 en una institución superior de prestigio de Lima – Perú, encargada de formar Ingenieros se desarrolló un programa piloto con cuatro aulas del primer semestre en el curso de Matemáticas con el objetivo de poder implementar el modelo del Aula Invertida, en dicho curso

considerando las particularidades de los estudiantes, teniendo en cuenta que la población estudiantil procede de diversas partes del Perú y sobre todo el origen de colegio en la educación básica regular son de escuelas estatales, según la información de Servicios Educativos de dicha institución. El objetivo era brindar los medios necesarios a los estudiantes en su inicio académico teniendo en cuenta que en diversas instituciones se observa que dicha materia es la que mayor preocupación demanda a los estudiantes por el grado de dificultad que se presenta o por el simple hecho del tránsito del nivel de educación básica a la educación superior.

Luego al iniciar el ciclo académico en el año 2020, cuando inició la pandemia, fue un reto para diversas instituciones de estudios de educación superior a nivel mundial y en particular en el Perú, haciendo énfasis que no todas las instituciones, ya sean privadas o estatales, estaban preparadas para afrontar esta situación que se iba a desarrollar e inclusive en otras instituciones que no necesariamente estaban inmersas en el sector educativo como, por ejemplo, el sector salud. Además, diversas familias fueron golpeadas económicamente y esto ponía en riesgo la continuidad en los estudios de diversos jóvenes. Por ello, el estado brindó diversos programas para poder mitigar la deserción estudiantil [1].

Esta situación trajo como reto a corto plazo al sector educativo en todos sus niveles, durante ese año brindar la continuidad educativa y de esta forma evitar la pérdida del año escolar. En particular, en las instituciones de educación superior ya sean estatales y privadas se tenían que mantener los estándares de calidad que exige el Minedu, en nuestro caso al ser una institución privada y al tener durante el primer año académico dos cursos de Matemática de formación general se tuvo que realizar a corto plazo la implementación del aula virtual para que de esa forma los estudiantes del primer semestre tengan los materiales necesarios para poder afrontar el ciclo académico de manera óptima. Este piloto resultó muy importante, porque se realizó en el año 2019 y se tenía experiencia. Por ello, esta investigación presenta como objetivo analizar la parte previa de

la implementación del modelo del Aula Invertida en los cursos de Matemática que se dictan en el primer año de estudios en las diversas carreras.

II. DIFICULTAD DE LAS MATEMÁTICAS

El curso de Matemática para estudiantes que inician su carrera profesional genera ansiedad y preocupación por el nivel de dificultad que esta puede tener y/o vacíos en algunos conceptos que son necesarios para poder entender algún nuevo tópico a trabajar. En el 2019 la forma de trabajo era de manera tradicional, es decir, el docente se encargaba de impartir los temas a trabajar en las sesiones presenciales que se tiene durante la semana y esto no era adecuado para un gran porcentaje de la población estudiantil al considerar sus particularidades como, por ejemplo, procedencia del colegio, lugar de residencia, entre otros. Una muestra es el promedio de 11.91 de nota de todo el grupo de estudiantes que cursan el primer semestre de su carrera profesional durante el año 2019 como se muestra en la figura 1.

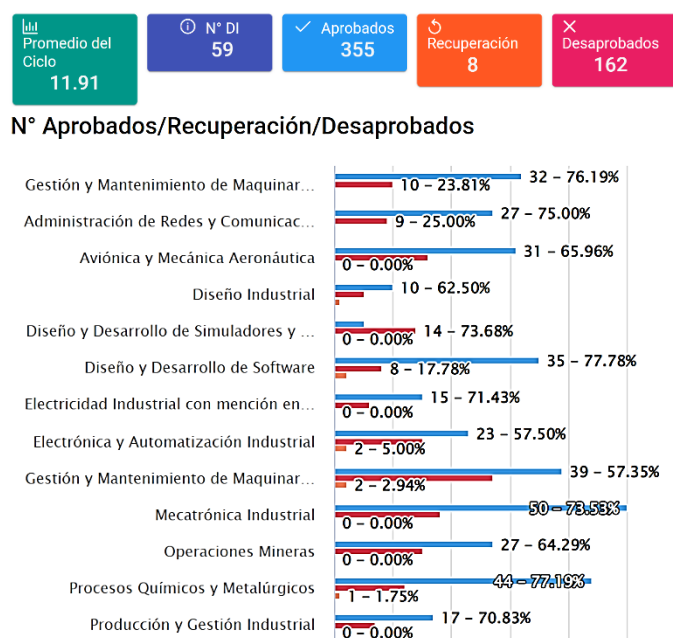


Fig. 1 Promedio de notas de los estudiantes de primer ciclo en el año 2019.

Esta situación es lo que genera la necesidad de emplear la metodología de aula invertida en el primer semestre donde se ubican los estudiantes que recién han terminado su etapa escolar y de esta forma se pueda tener algunos conocimientos previos que son necesarios para el desarrollo de la clase presencial y de esta forma mejorar el rendimiento académico en el curso.

A. Ansiedad matemática

En este estudio se considera la percepción del aprendizaje de las matemáticas para relacionarlas con los resultados. [2] La ansiedad matemática está asociada a los pensamientos

intrusivos e inhibitorios que pueden surgir en el individuo de forma disruptiva e involuntaria con contenidos de desesperanza, preocupación, miedo al fracaso. Este tipo de pensamientos que se apoderan de la conciencia causan una disminución en la capacidad de la memoria de trabajo que tiene entonces que ocuparse en gran medida de resolverlos disminuyendo la eficacia y eficiencia de la tarea matemática.

B. La autoeficacia matemática

En otro contexto, se considera a la autoeficacia matemática [3] como una experiencia de dominio, es decir, de vivencias exitosas en las matemáticas. [4] Este se desarrolla vinculando la educación a la realidad, principalmente en los estudiantes de ingeniería, para que así cuenten con la motivación de estudiar su entorno logrando la eficiencia.

C. Aula Invertida

Es una nueva forma de enseñanza que puede crear una clase mucho más interactiva, se adapta mejor a la duración del período de concentración de los estudiantes y las limitaciones de la enseñanza en línea durante la pandemia de COVID-19. [5] La mayor parte de la teoría se estudia de forma individual y las horas de contacto online o en el aula se pueden utilizar para obtener una comprensión más profunda de la teoría y su aplicación en ejercicios. Además, permite evaluar más fácilmente qué temas generan más problemas para los estudiantes. [6] En la literatura educativa, este tipo de educación se denomina a menudo *aula invertida*.

D. Momentos del Aula Invertida

Los momentos clave de aprendizaje se corresponden con instantes precisos donde se presenta una oportunidad educativa de forma natural e interesante, de manera que el conocimiento se aprovecha y amplía a través de la interacción y el descubrimiento [7].

Antes de clase.

Se recomienda seleccionar el material que se va a dinamizar en los contenidos y los necesarios para el aprendizaje del estudiante. Posteriormente se da inicio a las sesiones de implementación de contenidos en el aula presencial o virtual [8].

Durante la clase.

Las horas de clase se dedican a resolver dudas sobre las tareas encomendadas, discutir a fondo sobre aquello que más les cuesta comprender o trabajar en problemas y proyectos. De esta forma el docente puede dedicar más tiempo a resolver dudas y a guiar a los estudiantes por las aplicaciones prácticas de los contenidos [9].

Después del aprendizaje.

Se produce un ambiente flexible, se atiende a los distintos ritmos de aprendizaje y se da respuesta inmediata a las ausencias [10], puesto que el alumnado tiene acceso a toda la información y podría enfocarse al aprendizaje basados en proyectos.

E. Percepción del uso del Aula Invertida

Anteriormente se le invitaba al docente a ser el centro de la clase, en cambio con este modelo y las estrategias didácticas, establecidas en el diseño de instrucción, los alumnos tienen un nivel de participación más activa, se puede decir un 90% y en el 10 % restante el docente asume el rol de guía [11].

Con este método [12], el profesor toma un nuevo rol como guía durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes y deja de ser la única fuente o diseminador de conocimiento. Facilita la educación a través de una atención más personalizada, así como actividades y prácticas retadoras que requieren desarrollo de pensamiento crítico para corregir problemas de forma individual y colaborativa.

III. EXPERIENCIA DE LA PROPUESTA DE AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS

La propuesta que se realizó en el segundo semestre académico del año 2019 en una institución privada de educación superior enfocada al área de ingeniería para definir la forma adecuada de presentar el material que serviría en la fase del Antes de la metodología del aula invertida para consolidar los conocimientos previos que el estudiante debía conocer para la fase del Durante que se iba a desarrollar en la sesión presencial, considerando las particularidades de cada uno de los estudiantes que recién habían terminado la educación secundaria que en su mayoría provenían de escuelas estatales de diferentes partes del país y estaban empezando sus estudios de educación superior consistió en tres pasos:

En el primer paso se aplicó un piloto con cuatro aulas de treinta estudiantes en cada una de ellas, de las cuales dos de dichos grupos siguió realizando sus clases de la manera tradicional, donde el estudiante esperaba la sesión presencial para recién revisar el tema a trabajar durante la semana de clases y en los otros dos grupos se empleó la nueva propuesta donde se le brindó un video por semana y en el desarrollo del mismo se proponían algunas preguntas acorde a los temas, con el objetivo de validar la información que se está trabajando.

Debemos considerar que en esta etapa fue fundamental la encuesta y entrevista que se desarrolló con los estudiantes involucrados, por ejemplo, lo resaltante en la encuesta está relacionado con la cantidad de videos y el tiempo de duración que se debe considerar para la sesión de la semana obteniendo

como respuesta que es mejor tener un solo video que brinde los saberes previos que uno debe considerar para la sesión de la semana y que el tiempo en promedio para el video de la semana debía ser de unos 30 a 40 minutos aproximadamente, esta parte fue muy importante puesto que en la metodología del aula invertida se indica que los videos que se deben presentar a los estudiantes son videos cortos, pero en realidad se debe considerar las características de los estudiantes de cada institución.

Por otro lado, el profesor (P) al desarrollar la entrevista a seis estudiantes que se les dividió en tres grupos en base a sus calificaciones obtenidas cuya nota promedio era bajo (G1), regular (G2) y bueno (G3) se obtuvieron como respuesta a las dos preguntas, ya mencionadas anteriormente y lo que se presenta a continuación es la transcripción

P: ¿Considera que la clase se debe proponer en un solo video o en varios videos cortos?

G1: Es mejor tener un solo video que presente los contenidos de la clase a trabajar porque de esa manera no nos vamos a distraer en estar dando clic a un siguiente video a visualizar y tampoco nos vamos a estresar al ver varios íconos de ellos.

G2: La propuesta de tener un solo video con la clase es adecuado porque de esa forma podemos estar atentos a la explicación y visualmente la cantidad del material a revisar es menor al tener varios videos cortos.

G3: Nosotros nos adaptamos a cualquier de las dos propuestas porque no vemos complicado en estar ingresando a varios videos cortos o en visualizar un solo video con el tema completo.

P: ¿Cuál debería ser el tiempo promedio del video del Antes de la sesión?

G1: Los videos deberían tener un tiempo promedio de 60 minutos donde se pueda tener varios ejemplos a tratar y que la explicación sea breve y detallada.

G2: El tiempo promedio de los videos debería ser de 40 minutos donde se explique no solo el contenido a trabajar sino también el uso de algunas herramientas que nos puedan servir a validar nuestras respuestas, como la calculadora o GeoGebra.

G3: El tiempo promedio de los videos podrían ser de 20 minutos hasta de 50 minutos, en realidad nosotros nos adaptamos a cualquiera de las situaciones porque sí comprendemos.

En base a las respuestas de los tres grupos de estudiantes podemos observar que en la primera pregunta G1 y G2 coinciden en que se debe presentar un solo video de la clase a trabajar mientras que en la segunda pregunta G1 requiere un

mayor tiempo y que la explicación sea de manera detallada esto se da porque los estudiantes tienen una nota baja y ellos son conscientes que tienen que nivelar varios conceptos que no están claros para poder llevar con tranquilidad los temas a trabajar. Mientras que G2 sugiere tener un tiempo prudente, pero si ven necesario que también se explique el uso de algunas herramientas tecnológicas que les ayude a verificar el trabajo realizado y, por último, G3 indica que se adapta a cualquiera de las propuestas y esto se da porque dichos estudiantes tienen una mejor comprensión en los temas trabajados durante el semestre.

Al terminar el piloto con dichas aulas se pudo observar que hubo una mejora en el rendimiento académico de las aulas, como se muestra en la figura 2, donde llevan una nueva forma de trabajo, en el cual se les añadió un video que incluía cuestionarios que eran necesario realizar para poder avanzar en la clase.

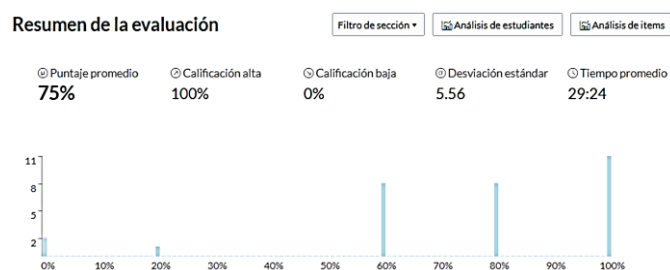


Fig. 2 Resumen de la evaluación del aula sin emplear el piloto.

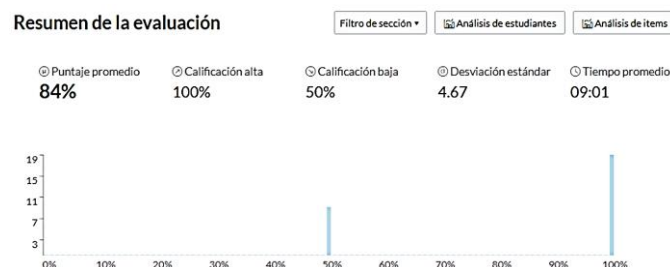


Fig. 3 Resumen de la evaluación del aula empleando el piloto.

Además, en la figura 3, se puede observar que al proponer un solo video que incluya un test para poder avanzar en ella brinda una mejora en las calificaciones del aula en la evaluación de la semana, por ejemplo, la nota promedio del aula es 16.8, mientras que la nota baja que se puede encontrar es de 10 y el tiempo promedio que emplean los estudiantes para desarrollar la evaluación es de 9:01 minutos con una desviación estándar de 4.67. Por otro lado, en la figura 1, se muestra el trabajo de manera tradicional, es decir, sin estos videos, en ella se observó que la nota promedio fue de 15, la nota baja del grupo fue de cero y el tiempo promedio fue de 29:24 minutos con una desviación estándar de 5.56.

El segundo paso, se realizó en el periodo del verano del 2020, donde se propuso una clase completa, pero en tres formatos diferentes, en la primera se empleó *storytelling* donde la explicación se daba con una voz neutra y tenía animaciones, la segunda donde se grabó al docente en una pizarra interactiva explicando el tema y la tercera fue a través de un video desarrollado en una tableta que se enfoca en la explicación del tema y que era narrada con la voz real del docente, entre estas tres propuestas los estudiantes determinaron que la tercera opción era la más adecuada brindando como sustento que les hacía sentir como si estuvieran en el aula de clase al tener la voz de un docente en la cual se le explicaba de una forma natural.

El tercer paso, consistió en realizar las grabaciones de los videos, considerando la información recolectada en los pasos anteriores, del semestre para poder implementarlo en el aula virtual y de esa forma poder fortalecer la fase del Antes de la metodología del aula invertida, pero esto se vio afectado por el inicio de la Covid – 19, que hizo que las clases presenciales migren de manera inesperada a una modalidad remota, donde los estudiantes ya no iban a tener un contacto con su docente y/o compañeros al no contar con un espacio físico que ya estaban acostumbrados. Todo esto, en lugar de dificultar el desarrollo del proyecto, motivó en la realización e implementación de los materiales en el aula virtual, lo antes posible, porque se tenía conocimiento que iba ser necesario en esta modalidad de educación remota para que el estudiante cuente con los medios necesarios para poder estudiar los temas a trabajar. En la figura 4, se muestra uno de los videos que se grabó e implementó en el aula virtual.



Fig. 4 Video implementado en el aula virtual.

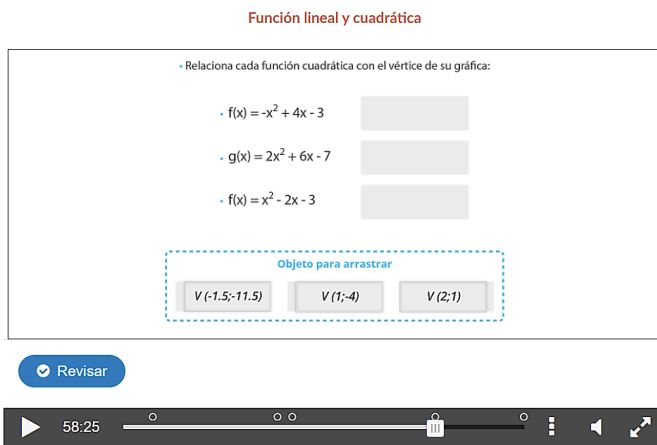
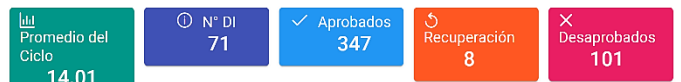


Fig. 5 Ejercicio insertado en el Video implementado en el aula virtual.

Como se puede observar en la figura 4 en el transcurso del video se tiene unas preguntas (círculos blancos en la barra de reproducción) que el estudiante debe responder, éstas no solo son de opción múltiple, sino también para relacionar, completar y/o arrastrar objetos como se aprecia en la figura 5.

De esta forma, se pudo mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la época de pandemia en el curso de Matemáticas y esta propuesta aún se mantiene en el retorno a las clases presenciales puesto que es importante mantener las cosas que la pandemia trajo al sector de educación que se deben mantener con el objetivo de acortar y/o consolidar el aprendizaje de las nuevas generaciones de profesionales.

Finalmente, se puede observar que luego de haber empleado la metodología del aula invertida en el primer semestre con el objetivo que los estudiantes mejoren en sus calificaciones y sobre todo que aprendan los nuevos conocimientos que se les brinda para su formación profesional se pudo observar que hubo una mejora en las calificaciones de dicho grupo de estudiantes, en la figura 6 se muestra el nuevo promedio de 14.01 del ciclo con la nueva forma de trabajo.



N° Aprobados/Recuperación/Desaprobados

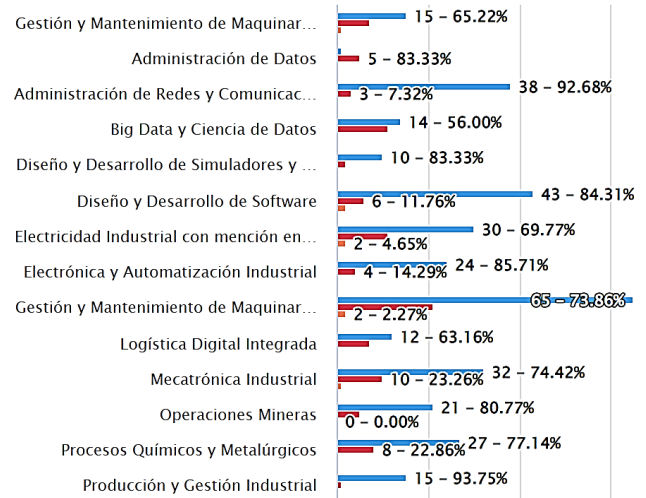


Fig. 6 Promedio de notas de los estudiantes de primer ciclo en el año 2020 empleando el aula invertida.

IV. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

En esta nueva normalidad para la educación en general es importante que no dejemos de emplear las herramientas que se empezaron a utilizar por el tema de la pandemia de la Covid-19, estas definitivamente ayudan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, como en el caso expuesto la metodología del aula invertida facilitó la comprensión de algunos conceptos matemáticos que son importante para el desarrollo del nuevo tema a trabajar y estos materiales a elaborar deben tener como centro a nuestros estudiantes porque cada institución puede presentar diferentes situaciones que no necesariamente se puedan replicar de la misma forma.

En este caso, la preocupación se centraba al momento de crear los videos que iban a servir en la fase del antes que es fundamental para nuestra situación teniendo en cuenta las características de nuestros estudiantes, se tenía en mente considerar varios videos de 3 minutos en promedio o tener un solo video de 30 a 40 minutos en promedio y también ver la manera de insertar preguntas en el mismo video con el objetivo que los participantes puedan practicar y de esa forma dicha calificación no influya en el promedio del estudiante, al final de todo ello los estudiantes indicaron que era mejor contar con un solo video que brinde la información de manera detallada e inclusive que se enseñe a emplear algunas herramientas digitales que les ayude a verificar sus conocimientos o a verificar el proceso que van realizando, por ejemplo, el GeoGebra o el emulador de la calculadora Casio.

Por otro lado, el uso de un aula virtual para el desarrollo de un curso es adecuado porque ayuda a organizar el material que se brinda a los estudiantes, ya sea videos, lecturas, foros, entre otros y de esta forma ellos puedan interactuar y acceder a la información las veces que sea necesaria y de esta manera poder despejar dudas o consolidar algunos temas específicos.

A su vez, es preciso mencionar que es necesario brindar un espacio de armonía y respeto entre los participantes de la clase, tanto estudiantes y docentes, con el objetivo que los estudiantes puedan manejar la ansiedad en el curso al momento de rendir alguna evaluación o en el simple hecho del desarrollo de un nuevo tópico a trabajar.

Finalmente, se propone la implementación del aula invertida, puesto que se observan beneficios motivadores, como la satisfacción del estudiante y la mejora de la experiencia de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] Pmesut, “La Universidad peruana: de la educación remota a la transformación digital”, Minedu 2021 <https://www.minedu.gob.pe/conectados/pdf/universidad-publica-covid-19-minedu.pdf>
- [2] M. Ortiz-Padilla, M. Paredes-Bermúdez, R. Soto-Varela, & E. Aldana-Rivera, “Ansiedad matemática y desempeño académico en estudiantes en la formación básica de ingeniería,” *Formación universitaria*, vol. 13, no. 4, pp. 93-100, agosto 2020. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000400093>
- [3] C. Mego-Sanchez, L. Huaman-Sarmiento, I. Iraola-Real, & A. Iraola-Arroyo, “Niveles de Autoeficacia Matemática en Estudiantes Mujeres y Varones Aspirantes a la Carrera de Ingeniería,” *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E38), pp. 142-155, 2020.
- [4] L. Plaza, “Modelación matemática en ingeniería,” *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, vol. 7, no. 13, pp. 47-57, 2016.
- [5] C. Janssen, “El aula invertida en tiempos del COVID-19,” *Educación Química*, vol. 31, no. 5, pp. 173-178, 2020.
- [6] G. Akçayır, & M. Akçayır, “The flipped classroom: A review of its advantages and challenges,” *Computers and Education*, no. 126, pp. 334–345, julio 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- [7] L. Morera, J. Fortuny y N. Planas, “Momentos clave en el aprendizaje de isometrías en un entorno colaborativo y tecnológico,” *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 30, no.1, pp. 43-54, 2012. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/25256>
- [8] B. Mora y C. Hernández, “Las aulas invertidas: una estrategia para enseñar y otra forma de aprender física,” *Revista Inventum*, vol. 12, no. 22, pp. 42-51, 2017. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.12.22.2017.42-51>
- [9] J. Duran, A. May y D. Ramírez, “Impacto de prácticas docentes y rendimiento académico en el aprendizaje invertido,” *Revista de Investigación Educativa*, vol. 7, no. 14, pp. 50-55, 2017. <https://www.rieege.mx/index.php/rieege/article/view/356/264>
- [10] A. Calvillo, *El modelo Flipped Learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria: una investigación-acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado*, Universidad de Valladolid, 2014. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/9138>
- [11] L. Gonzáles, *Flipped Learning en el Taller Electromecánico. Tecsup: Innovación Docente*. [Mensaje en un foro, enero 2018]. <https://innovaciondocentetecsup.blogspot.com/2018/01/flippe-d-learning-en-el-taller.html>
- [12] N. Salazar, “Aprendizaje Invertido para mejorar las competencias laborales en estudiantes de último ciclo,” *Revista Investigación Aplicada e Innovación I+i*, vol. 11, no. 1, pp. 88-94, 2017. <https://www.tecsup.edu.pe/sites/default/files/page/file/revista/Volumen-11/Art-10.pdf>