

Aula invertida + virtualidad + matemáticas = ¿Fórmula para el desastre? Planeación, diseño e implementación de un curso desde la perspectiva docente

Mtra. I. Xóchitl Fuentes Uribe¹, Dra. Laura Plazola Zamora², Mtra. Ana Torres Mata³

Resumen: La crisis sanitaria mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2 obligó a los protagonistas de los sistemas educativos a realizar cambios en la organización e impartición de los cursos, así como en la forma de destinar recursos y transmitir los contenidos de las asignaturas en todos los niveles, para migrar a modalidades primordialmente de naturaleza virtual y así continuar con la formación de los estudiantes. Dentro de este contexto, fue necesario implementar modelos de enseñanza activa. Un modelo que se ha diseminado fuertemente en este sentido es el de Aula Invertida (AI) que implica trasladar el primer contacto de los contenidos al estudiante para su revisión fuera del aula y posteriormente, asistir a la sesión grupal para la discusión y profundización del material bajo la guía del profesor. En este trabajo se presenta un estudio de caso de corte cualitativo que aborda el diseño e implementación de un curso de Matemáticas bajo el modelo de AI en modalidad virtual, en una universidad pública del centro occidente de México. Se exponen las bases del modelo que fueron consideradas para la planeación y diseño del curso y las estrategias para llevar a cabo su implementación, los aspectos que ayudan a crear un adecuado ambiente de enseñanza-aprendizaje; el proceso de transformación en el planteamiento de las actividades fuera y dentro del aula; las formas de interacción entre el profesor y los estudiantes, así como entre los estudiantes y sus pares; la retroalimentación y las formas de evaluación, los retos y oportunidades identificados al emplear el modelo así como puntos clave a considerar para una implementación efectiva.

Palabras clave: Aula invertida, aprendizaje activo, virtualidad, enseñanza de las matemáticas.

Introducción

A finales del año 2019 surgió en Wuhan, China, una neumonía por infección viral causada por un nuevo Coronavirus que en pocas semanas, generó una emergencia de salud mundial. La pandemia causada por la enfermedad COVID-19 (COrona VIRus Disease 2019) se presentó sin vacuna o tratamiento conocidos y tuvo un importante impacto en todos los niveles educativos a nivel mundial. Ante tal situación, las autoridades sanitarias y educativas de los distintos niveles de gobierno en cada país, establecieron lineamientos específicos para darle continuidad a la formación de sus estudiantes y se instauraron súbitamente modalidades de educación a distancia que implicaron un importante uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En primera instancia, los docentes y los estudiantes se vieron forzados a adaptarse a los cambios sin planeación previa, en muchos casos sin contar con las herramientas para impartir o tomar clases a distancia o sin el conocimiento básico para su utilización.

Los cambios en las modalidades educativas en ocasiones requieren la adopción de diferentes métodos pedagógicos que permitan potenciar las distintas herramientas que se tienen disponibles. Tratándose de asignaturas de matemáticas, el uso de soporte tecnológico se ha vuelto una necesidad, incluso antes de presentarse en el contexto mundial la pandemia causada por la COVID-19 (Cevikbas y Kaiser, 2020).

El Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (National Council of Teachers of Mathematics, 2011) resalta la importancia de que tanto los estudiantes como los profesores tengan acceso regular a las TIC para apoyar y promover la comprensión matemática, el razonamiento, la resolución de problemas y la comunicación. Los profesores pueden optimizar el potencial de la tecnología para desarrollar la comprensión en sus estudiantes, estimular su interés y aumentar sus competencias en la asignatura.

El Aula Invertida (AI) es una manera de acelerar la transformación digital en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, contribuye a la integración de la tecnología en la educación matemática y ayuda a interesar a los alumnos en su estudio (Cevikbas y Kaiser, 2020).

Existen numerosos estudios enfocados en analizar las perspectivas y aprendizajes de los estudiantes en sus cursos basados en AI, pero pocos en estudiar las perspectivas y experiencias del profesor y su rol dentro del modelo (Cevikbas y Kaiser, 2020; Fredriksen 2020; Long, 2017; Muir, 2020).

En esta investigación se presenta un estudio de caso de tipo cualitativo para exponer el proceso de planeación, diseño e implementación de un curso basado en el modelo pedagógico Aula Invertida (AI) (Flipped Classroom) bajo

¹ Mtra. I. Xóchitl Fuentes Uribe, profesora de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, xochitl.fuentes@academicos.udg.mx (autor corresponsal)

² Dra. Laura Plazola Zamora, profesora de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, lpazola@gmail.com

³ Mtra. Ana Torres Mata, profesora de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México, anatorres@ucea.udg.mx

la modalidad virtual, en una asignatura de Matemáticas de nivel superior para estudiantes de segundo semestre de licenciaturas del área de las ciencias económico administrativas de una importante universidad del centro occidente de México. Se proporcionan las características del modelo y se describen los aspectos tomados en cuenta para crear un adecuado ambiente de enseñanza-aprendizaje, el proceso llevado a cabo para adaptar las actividades que se realizan dentro del aula hacia afuera de ella, las alternativas seleccionadas para fomentar la interacción entre los alumnos y el profesor y entre los estudiantes, las formas de evaluación, los retos y oportunidades identificados en el proceso así como recomendaciones para llevar a cabo una implementación efectiva.

Antecedentes

La implementación del modelo pedagógico de AI ha crecido en popularidad recientemente (Fredriksen, 2020), pero es una propuesta que ha madurado con el tiempo. Para autores como Lage et al., (2000), este concepto significa que los eventos que tradicionalmente toman lugar dentro del aula de clase, ahora lo hacen fuera de ella y viceversa. En esta idea se basan los autores que le dieron auge y popularidad al modelo, Bergmann y Sams (2012), aunque en su aportación al constructo explican que se trata de mucho más que sólo invertir el papel de las actividades.

En el Centro de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Vanderbilt en los Estados Unidos de Norteamérica, se considera que invertir el aula implica que los estudiantes tengan una exposición inicial a material nuevo fuera de ella, usualmente mediante lecturas o videos y, posteriormente, usar el tiempo en clase para trabajar en aspectos más elaborados o asimilar el conocimiento revisado previamente, a través de la resolución de problemas, discusiones o debates (Brame, 2013; Muir, 2020). En términos de la taxonomía revisada de Bloom, los estudiantes trabajan por su cuenta los primeros niveles del dominio cognitivo (adquisición de conocimiento, comprensión) y junto con sus pares y la guía del profesor en clase, se enfocan en los niveles siguientes (aplicación, análisis, síntesis y/o evaluación) (Brame, 2013).

A pesar de las diferentes definiciones existentes del concepto de AI, una característica fundamental es el redireccionamiento del protagonismo lejos del profesor -como se realiza en la práctica docente tradicional- y centrarla en el estudiante y en su aprendizaje (Baker, 2000; Bergmann y Sams, 2012; Muir, 2020). Al tener un primer contacto con los materiales previos, los estudiantes llegan al aula preparados para discutir los contenidos relevantes revisados con anterioridad (Lage et al., 2000). La importancia del modelo radica en la posibilidad de mejorar la calidad del aprendizaje en el aula, ya que marca la pauta para que el profesor actúe como facilitador en la conducción del trabajo para hacer énfasis en lo que se espera lograr con la realización de las actividades. A partir de lo anterior, surge una necesidad de desarrollar marcos de referencia que ofrezcan formas de resolver problemas con actividades significativas y tomarlas en cuenta para la elaboración de las actividades que se llevarán a cabo fuera de clase (Fredriksen, 2020). Un elemento importante del modelo es la posibilidad de utilizar las TIC para presentar los materiales al estudiante fuera del aula (Baker, 2000).

Aula invertida en Matemáticas

Los resultados de la prueba PISA 2015 reportados por la OCDE (2016) muestran que los estudiantes de 15 años en México en el área de matemáticas obtienen menores puntajes que el promedio del resto de los países analizados, mismos que presentan rendimientos inferiores a lo obtenidos en 2006. Para Madrid et al., (2018) los bajos niveles de rendimiento en el área de las matemáticas pueden deberse a ciertos factores como la complejidad de los contenidos temáticos, los hábitos de estudio de los alumnos, deficiencias en sus competencias básicas, estrategias didácticas utilizadas por sus docentes, los métodos y herramientas tecnológicas empleados.

En la actualidad es cada vez más común la incorporación de recursos digitales en los espacios educativos como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo: el b-learning (aprendizaje semipresencial), el e-learning (aprendizaje virtual), el m-learning (aprendizaje electrónico móvil), el u-learning (aprendizaje ubicuo) (Madrid et al., 2018). Este apogeo también ha causado profundos efectos en la forma de impartir asignaturas de matemáticas, lo que ha tenido como consecuencia que cada vez más profesores empleen material multimedia para que los estudiantes se preparen con los conceptos matemáticos iniciales en casa y darle continuidad con temas más complejos o conceptuales en clase bajo la guía del profesor (De Araujo et al., 2017; Fredriksen, 2020).

Al implementar el modelo de AI, el rol del profesor cambia de forma dramática, ya no se trata de actuar como presentador de información o proveedor de conocimiento sino como mentor del estudiante (Baker, 2000; Bergmann y Sams, 2012). Realizar la transición a una forma de trabajo centrada en el estudiante, no implica una reducción en la importancia del rol de profesor. Sin embargo, existe poca investigación en el área de matemáticas que se enfoquen en su papel en el diseño del curso (Fredriksen, 2020).

Marco teórico

Muchos educadores continúan utilizando métodos de enseñanza tradicionales en los que emplean procesos conductistas centrados en el profesor, que basan la transmisión del conocimiento en intervenciones magistrales, presentaciones y ejercicios de repetición. Estos métodos priorizan la memorización y la reproducción y se caracterizan por la falta de involucramiento de los estudiantes en la actividad de aprendizaje. Este tipo de ambientes no promueve la interacción social, la colaboración, la resolución de problemas o el pensamiento crítico (Marzouki et al., 2017).

La implementación de ambientes de aprendizaje basados en métodos constructivistas mediados con el uso de la tecnología, pueden promover el desarrollo de habilidades para resolución de problemas del mundo real y consideran al aprendiz no como un receptor pasivo sino como un productor de conocimiento con un papel protagónico en el proceso de su propio aprendizaje (Marzouki et al., 2017). Algunos enfoques educativos contemporáneos promueven el aprendizaje activo y el uso de ambientes educativos mediados con TIC.

El modelo de AI ofrece un enfoque educativo fuertemente ligado al constructivismo social, en el que el conocimiento y su significado se construyen mediante la interacción social, la comunicación y el entorno (Cevivkas y Kaiser, 2020; Kim, 2001). Así mismo, permite crear ambientes de enseñanza donde se fomente el aprendizaje activo y tiene el potencial de promover la resolución de problemas, la colaboración, el compromiso, la interacción social y la comunicación (Bergmann y Sams, 2012; Cevivkas y Kaiser, 2020).

A partir de lo anteriormente expuesto, para este estudio se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los aspectos fundamentales para planear y diseñar una asignatura de matemáticas bajo el modelo de AI de forma virtual? ¿Cuál fue la experiencia docente al poner en marcha la implementación del modelo? ¿Cuáles son las ventajas y desafíos experimentados al conducir la asignatura bajo el modelo de AI? ¿Qué características del modelo resultan esenciales para su implementación? ¿Qué resultados se pueden obtener a partir de la implementación del modelo?

Metodología

Se presenta un estudio de caso en el que se emplearon métodos de investigación cualitativa (Cousin, 2005; Kohlbacher, 2006) para describir el proceso de planeación, diseño e implementación del modelo de AI desde la perspectiva docente en un curso de Matemáticas, en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (U de G) durante el segundo semestre del año 2021.

Los contenidos de esta asignatura comprenden Cálculo de funciones de dos variables, Integración indefinida e Integración definida con aplicaciones en temas del área, impartida a estudiantes de segundo semestre de las licenciaturas en: administración; negocios internacionales; administración financiera y sistemas; mercadotecnia; gestión y economía ambiental; economía y recursos humanos. El grupo A estaba integrado por 46 estudiantes (29 mujeres y 17 hombres) y el grupo B por 43 (26 mujeres y 17 hombres), de los cuales aproximadamente el 85% contaba con 18 o 19 años de edad y el 100% cursaba por primera vez la asignatura.

Para definir las estrategias didácticas en el diseño e implementación del modelo, se consideró la propuesta del proyecto *The Flipped Classroom* (s.f.), ya que incorpora las aportaciones de dos metodologías inductivas con elementos importantes para el aprendizaje centrado en el estudiante y a la interacción social para construir conocimiento. Estas metodologías se basan en la retroalimentación oportuna a los estudiantes (*Just in time teaching*) y la instrucción entre pares (*Peer instruction*) (figura 1).

Para la recopilación de la información, se recurrió a entrevistas a la profesora que impartió el curso a ambos grupos, observación en la conducción de sesiones síncronas, bitácora de observaciones realizadas por la profesora, encuestas y entrevistas realizadas a los estudiantes.

Modelo Aula Invertida

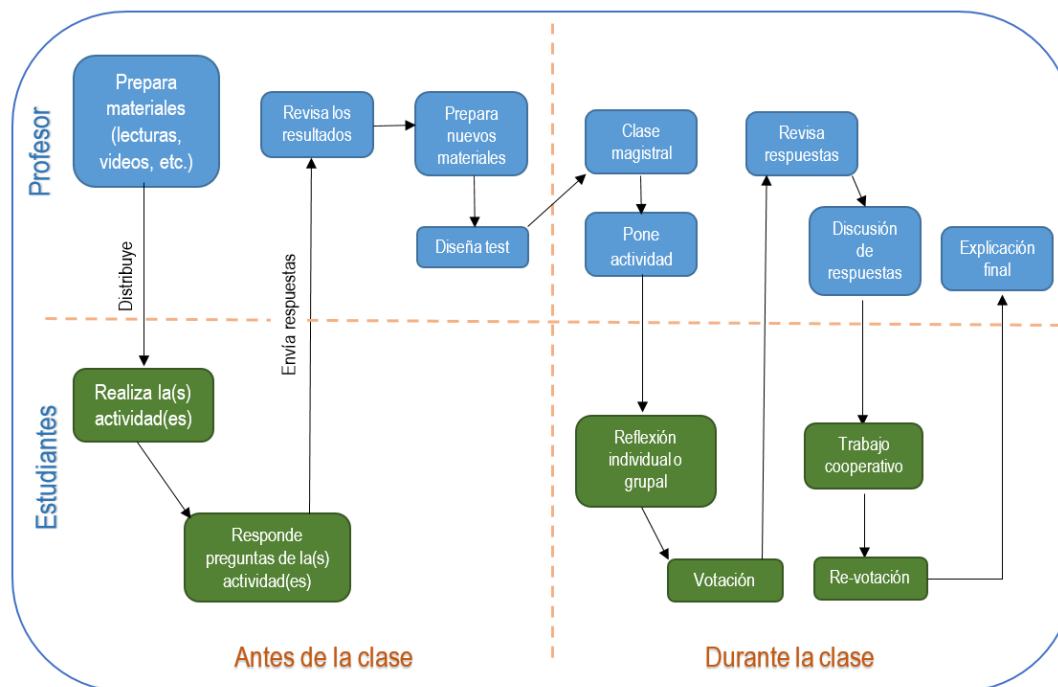


Figura 1. Elaboración propia. Adaptación de la propuesta del proyecto The Flipped Classroom (s.f.)

Diseño del ambiente de enseñanza-aprendizaje

El Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés) seleccionado para administrar el curso fue la plataforma Classroom mientras que para las sesiones virtuales síncronas se eligió Webex de Cisco. Se decidió utilizar estas herramientas porque todos los participantes tienen acceso a ellas a través del correo institucional, además de ser sencillas de utilizar y contar con las funcionalidades requeridas para el manejo de los contenidos.

Para manejar la comunicación entre la profesora y los estudiantes, así como entre los estudiantes, se creó un chat con cada grupo en la aplicación Telegram para realizar avisos y resolver dudas fuera de las sesiones síncronas.

Como apartado inicial en Classroom, se incluyó la presentación del programa de estudios, el material bibliográfico, la forma de evaluación del curso -compuesta por actividades individuales y grupales- y su respectiva ponderación, los formularios, el calendario de las sesiones del ciclo escolar, las notas de clase elaboradas por la profesora, así como las reglas del curso que incluyen información y recomendaciones para: el uso del LMS, de la plataforma Webex, de las formas de utilizar las vías de comunicación incluidos días y horarios de atención, de los recursos informativos del curso y de las especificaciones para la realización y entrega de las actividades (con la guía de una rúbrica de evaluación en su caso). Esta información se presentó y se discutió con cada grupo durante la primera sesión síncrona.

El contenido se dividió por unidades de aprendizaje y se tomó en cuenta la disponibilidad de dos sesiones por semana de dos horas cada una, durante las 15 semanas de duración del ciclo escolar. Se realizó una revisión de cada uno de los temas para determinar su naturaleza particular y establecer el tipo de actividades más adecuado para trabajar fuera y dentro del aula. Entre los materiales considerados se incluyeron lecturas de contenido teórico, videos, revisión de ejercicios resueltos, elaboración de ejercicios prácticos y/o cuestionarios de evaluación. Las actividades se publicaban con una semana de anticipación para su atención oportuna por parte de los estudiantes.

Una parte del material audiovisual fue realizado por la profesora que impartió la asignatura y colocado en un canal de YouTube. Algunos de los videos presentan conceptos matemáticos de relativa complejidad a través de exposición directa mientras que otros, están planteados de tal manera que el estudiante realiza conjeturas propias a partir de la exploración activa de los contenidos. Para su elaboración se consideró una duración de entre 6 y 10 minutos cada uno. En otros casos, se recurrió al uso de videos de terceros siempre y cuando cumplieran con las características necesarias para la realización de las actividades.

En el diseño de cada sesión, se incluyó una breve introducción del contenido, las instrucciones numeradas y la duración aproximada en minutos para cada una de ellas. Adicionalmente, en cada tema se incorporó un breve

cuestionario con ponderación numérica, con preguntas relacionadas con las actividades realizadas fuera de clase. Cada cuestionario incluía la retroalimentación con la explicación de la respuesta en caso de haber respondido incorrectamente o para reforzar la idea si se había hecho de manera correcta.

Para el diseño de las actividades individuales extra de clase, se consideró que el estudiante pudiera demorar aproximadamente entre 25 y 45 minutos realizarlas. En este aspecto, se realizó un monitoreo permanente con los estudiantes a fin de verificar que los tiempos indicados en la plataforma, se encontraran razonablemente estimados. Para las sesiones síncronas grupales, se diseñaron tomando como referencia periodos de 60 a 90 minutos cada una.

Al inicio de las sesiones síncronas, la profesora resolvía dudas del trabajo previo realizado por los estudiantes y realizaba un breve resumen de los temas revisados de manera individual. Posteriormente, se revisaban en grupo las respuestas globales del cuestionario para intercambiar opiniones o puntos de vista. A continuación, se procedía a la realización de ejercicios por parte de los estudiantes (individuales o grupales) y finalmente se revisaban en grupo para aclarar dudas e intercambiar observaciones.

Con respecto a la evaluación de los estudiantes, en este curso se evitó la aplicación de exámenes con ejercicios de resolución mecánica. En la presente propuesta se tomaron en cuenta las calificaciones de los cuestionarios individuales que se realizaron fuera de clase y de las actividades realizadas en equipo, dentro de las que se incluyeron tres actividades integradoras (una por cada unidad de aprendizaje), que se trabajaron durante las sesiones síncronas. Dichas actividades integradoras incluyeron problemas aplicados dentro del contexto empresarial y de negocios, que los estudiantes debían resolver empleando todos los recursos disponibles (notas de clase, material bibliográfico, ejercicios resueltos, software o calculadora científica, etc.).

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la planeación, diseño e implementación del modelo de AI en modalidad virtual de la asignatura de Matemáticas. A través de una encuesta realizada al inicio del ciclo escolar, los alumnos manifestaron no tener experiencia en cursos de Matemáticas en modalidad virtual bajo el modelo de AI, situación que les causó desconcierto ya que a pesar de contar con instrucciones detalladas para la realización cada una de las actividades, no contaban con el hábito de trabajar de forma individual antes de la sesión donde se abordaría el tema, sin acompañamiento del profesor y con la responsabilidad de realizar las tareas asignadas a cabalidad. Después de un periodo de aproximadamente cuatro semanas, alrededor del 80% de los estudiantes manifestaron haberse adaptado favorablemente a las dinámicas implementadas.

En términos generales, se encontró que los materiales audiovisuales empleados tuvieron buena aceptación y fueron de gran utilidad, no así en lo que respecta a las lecturas de material bibliográfico. Los estudiantes manifestaron dificultades en la comprensión lectora, problemas de interpretación de la terminología matemática, así como confusión debido a variaciones en la forma de explicación tratándose de diferentes autores y dificultad para concentrarse.

Los cuestionarios individuales para la evaluación del trabajo realizado asincrónicamente, resultaron complicados de manejar por los estudiantes. El trabajo en el enfoque tradicional se centra en la repetición de algoritmos para la aplicación de fórmulas y pocas veces se resuelven problemas con algunas aplicaciones contextualizadas. En este caso se decidió incluir preguntas primordialmente de corte teórico o de interpretación de resultados en las que se requiere especial atención y concentración por parte de los estudiantes, además de cierto nivel de razonamiento.

La utilización de un chat para mantener interacción permanente fue una estrategia muy bien aceptada. Tras vencer algunos aspectos como la timidez o el miedo a ser cuestionados por los compañeros por manifestar las dudas en este tipo de herramienta, se percibió una participación activa no solo para realizar consultas sino también, para apoyar a resolver las inquietudes de los compañeros por parte de sus pares, inclusive fuera de los horarios establecidos para tal efecto. Se observaron numerosas interacciones por las noches, así como los fines de semana.

Durante las sesiones de trabajo colaborativo en sesiones síncronas, una vez resueltos los problemas tecnológicos presentados (falta de electricidad, fallas en la conexión a internet, no tener la posibilidad de editar documentos, entre otros), cada tres de cuatro equipos trabajaban de forma satisfactoria, entregaban los ejercicios completos y apegados a la rúbrica proporcionada.

Por último, de los 89 estudiantes matriculados 7 abandonaron el curso, 2 en el grupo A y 5 en el grupo B. Por otro lado, solamente una estudiante del grupo A no logró acreditar la materia y de los alumnos acreditados, los promedios de calificaciones fueron 84 y 81.5 respectivamente. Al final del ciclo escolar, 9 de cada 10 estudiantes manifestaron haber disfrutado la forma de trabajar los contenidos, destacaron los beneficios de recibir acompañamiento constante por parte de la profesora y del apoyo recibido por parte de los compañeros, así como la utilidad de haber tomado un curso bajo un modelo pedagógico de naturaleza dinámica y adaptativa.

Análisis y Discusión

Una limitación del estudio de caso es que se encuentra enmarcado dentro de las experiencias docentes de una única profesora, aspecto a considerar al momento de interpretar los resultados. De acuerdo con Yen (2000), el estilo personal del profesor puede incentivar la instrucción virtual y la atmósfera presente en la clase, puede afectar las actividades y estas a su vez, influir en la efectividad de las actividades.

En el mismo sentido, al momento de elaborar este reporte no se ha analizado si existe relación entre los conocimientos adquiridos por los estudiantes y sus calificaciones globales. En un estudio conducido por Madrid et al., (2018), no se encontraron diferencias significativas al comparar el rendimiento académico de los estudiantes de dos grupos, uno en el que se implementó el modelo con otro en el que no se utilizó. Los autores afirman que los resultados pueden deberse a diferentes factores como falta de motivación, carencia de equipo de cómputo o conexión a internet, situación socioeconómica, poco conocimiento o manejo de las TIC, ansiedad, actitud y autoeficacia en matemáticas, complejidad de los contenidos, hábitos de estudio, deficiencias en competencias básicas, estrategias didácticas del docente, entre otros.

Con los continuos avances en la tecnología y basados en las tendencias actuales, existen evidencias de que la adopción del modelo de AI siga aumentando, por lo que los profesores de matemáticas necesitan expandir sus nociones de las herramientas disponibles para incluir estos recursos (De Araujo et al., 2017). De acuerdo con Yen (2000), bajo las condiciones adecuadas es posible llevar a cabo la implementación del modelo de manera virtual.

Para la planeación, diseño e implementación del AI, se requiere un alto nivel de compromiso y tiempo por parte de los profesores, aunque existen evidencias de que la inversión merece la pena de acuerdo con diversas retroalimentaciones por parte de estudiantes que han trabajado bajo este modelo (Muir, 2020). También se requiere estar bien organizado en los objetivos instruccionales y considerar el diseño con base en la retroalimentación de los estudiantes, así como proporcionar apoyo adecuado y oportuno en clase. (Long et al., 2017).

Motivar a los estudiantes para prepararse previamente para las sesiones, no sólo es un componente esencial del modelo de AI, también representa un gran reto (Long et al., 2017). Si los estudiantes no cumplen apropiadamente con esta parte del proceso, no es posible avanzar adecuadamente. Es recomendable “entrenar” a los estudiantes cuando no están familiarizados con este tipo de prácticas para evitar rezagos en su proceso de aprendizaje.

En términos de la perspectiva del AI, la revisión de materiales multimedia fuera del aula puede considerarse como una fase inicial en la transformación de procesos, formando una base para que los estudiantes se comprometan más en su aprendizaje (Fredriksen, 2020). Un aspecto a tomar en cuenta por los profesores de matemáticas que elaboran sus propios materiales multimedia, es identificar la manera de capitalizar el potencial de las tecnologías y recursos en lugar de solamente traducir en formato de video la información que se expone en los libros de texto (De Araujo et al., 2017). La elaboración de materiales propios permite personalizar el contenido, tomando en cuenta cada aspecto de lo que se espera que logren los estudiantes al realizar su revisión.

A continuación, se presentan algunas de las ventajas del modelo de AI:

- Permite implementar estrategias de enseñanza que comprometan a estudiantes dentro de un amplio espectro de tipos de aprendizajes (Lage et al., 2000; Muir, 2020).
- Facilita la interacción entre el profesor y los estudiantes, así como entre los estudiantes (Bergmann y Sams, 2012; Lage et al., 2000; Yen, 2020). La disponibilidad de tecnología potencia esta ventaja (Bergmann y Sams, 2012; Muir, 2020).
- Los estudiantes hoy en día tienen vidas muy ocupadas, es por eso que aprecian la flexibilidad que proporciona el modelo (Bergmann y Sams, 2012).
- Los alumnos desarrollan un sentido de autonomía en su propio proceso de aprendizaje (Muir, 2020).
- Los estudiantes pueden avanzar a su ritmo. Aquellos que son brillantes suelen dedicar menos tiempo a la realización de las actividades, lo que permite al profesor dedicar más tiempo a estudiantes con mayores necesidades (Bergmann y Sams, 2012).
- Se espera que los materiales de apoyo, de alguna manera fomenten la comprensión y realización de algunos procedimientos de naturaleza mecánica de forma correcta, ya que estos pueden ser consultados las veces necesarias para lograrlo. Esto es principalmente útil cuando los estudiantes se ausentan de la clase por alguna razón (Muir, 2020).

Algunas limitantes encontradas en relación al modelo de AI son las siguientes:

- Se requiere conocimiento y manejo de plataformas LMS por parte de los profesores.
- En el modelo, el tiempo de trabajo está totalmente reestructurado (Bergmann y Sams, 2012). Se necesita mucha dedicación por parte del profesor para preparar las sesiones.
- Disponibilidad de buena señal de internet y equipo para dar seguimiento a las actividades.
- Se pueden presentar dificultades de adaptación por parte de los profesores.
- Posible falta de preparación por parte de los estudiantes antes de las sesiones grupales.

- Resistencia de los estudiantes para prepararse antes de la sesión grupal.
- Típicamente los estudiantes no pueden resolver de manera inmediata las preguntas que surgen cuando trabajan los materiales por su cuenta, como ocurre con las sesiones presenciales (Bergmann y Sams, 2012; Jaster 2017).
- Es posible que algunos alumnos no se adapten al trabajo colaborativo.
- Uno de los retos más grandes del modelo es contar con un sistema de evaluación que permita evaluar objetivamente los conocimientos de forma que sean significativos (Bergmann y Sams, 2012).

Conclusiones

En este estudio se resaltó la importancia de considerar modelos pedagógicos en los que se sitúe al estudiante como centro de la intervención educativa. Se presentaron los resultados de un estudio de caso cualitativo del proceso de planeación, diseño e implementación de un curso de Matemáticas de nivel superior bajo el modelo pedagógico AI en modalidad virtual, desde una perspectiva docente.

Aunque emplear el modelo conlleva ciertas dificultades, es una excelente alternativa para enfocarse en el aprendizaje centrado en el estudiante. Así mismo, un buen diseño del curso ofrece una oportunidad de aumentar la motivación de los estudiantes en la asignatura y su nivel de compromiso, de incentivar el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo, así como desarrollar habilidades para resolver problemas.

La implementación del AI en modalidad virtual puede ayudar a mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, por lo que se sugiere que las instituciones educativas se enfoquen en el planteamiento de oportunidades y el ofrecimiento de incentivos para los profesores para que las asignaturas impartidas dentro de este escenario, puedan continuar desarrollándose y perfeccionándose.

Algunos aspectos importantes a considerar para una implementación efectiva modelo de AI son:

- Dar instrucciones claras, precisas y bien organizadas, con suficiente anticipación para ser atendidas por los estudiantes,
- Diseñar materiales y actividades con base en la retroalimentación de los estudiantes. Realizar ajustes cuando sea necesario,
- Asegurarse de que los estudiantes realicen oportunamente las actividades extra clase,
- Proporcionar apoyo oportuno a los estudiantes en clase y en lo posible, fuera de ella,
- Fomentar la interacción entre los miembros del grupo,
- Usar las TICs estratégicamente, no sólo como un medio de repetición de contenido.

Para investigaciones futuras, se sugiere explorar la forma en la que el trabajo colegiado en las instituciones educativas puede enriquecer el diseño de actividades y materiales para el diseño y la implementación del modelo. Así mismo, estudiar los resultados de la implementación de un mismo curso diseñado bajo este modelo, por parte de diferentes profesores.

En un sentido más amplio, se propone dar seguimiento a los resultados obtenidos a partir de la implementación de los cursos bajo el modelo AI para, en primera instancia, realizar los ajustes necesarios en la mejorara de su diseño y, posteriormente, contar con información puntual para sustentar las decisiones y estrategias educativas institucionales.

Referencias

- Baker, J. W. (2000, April). The “classroom flip”: Using web course management tools to become a guide by the side. Paper Presented at the 11th International Conference on College Teaching and Learning. Jacksonville, FL.
- Brame, C. (2013). Flipping the classroom. Vanderbilt University Center for Teaching. Recuperado el 20 de marzo de 2022 de <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>
- Cevivkas, M. y Kaiser, G. (2020). Flipped classroom as a reform-oriented approach to teaching mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1291-1305. Recuperado el 15 de marzo de 2022 de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11858-020-01191-5>
- Cousin, G. (2005). Case study research. *Journal of Geography in Higher Education*, 29(3), 421-427. <https://doi.org/10.1080/03098260500290967>
- De Araujo, Z., Otten, S. Birisci, S. (2017). Teacher-created videos in a flipped mathematics class: digital curriculum material or lesson enactments? *ZDM Mathematics Education*, 49, 687-699. DOI 10.1007/s11858-017-0872-6
- Fredriksen, H. (2020). Exploring realistic mathematics education in a flipped classroom context at the tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 377-396. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10053-1>
- Jaster, R. W. (2017). Student and Instructor Perceptions of a Flipper College Algebra Classroom. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 29(1), 1-16.
- Kim, B. (2001). Social Constructivism. En Orey, M. (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Recuperado el 4 de abril de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/261287220_Social_constructivism
- Kohlbacher, F. (2006). Te Use of Qualitative Content Analysis in Case Study Research. *Forum: Qualitative Social Research*, 7(1), 1-30. Recuperado el 10 de abril de 2022 de <https://epub.wu.ac.at/5315/>

- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30–43.
- Long, T., Cummings, J. y Waugh, M. (2017). Use of flipped classroom instructional model in higher education: instructors' perspectives. *Journal of Computing in Higher Education*, 29, 179-200. DOI 10.1007/s12528-016-9119-8.
- Madrid, E., Armenta, J., Prieto, M. Fernández, M y Olivares, K. (2018). Implementación de aula invertida en un curso propedéutico de habilidad matemática en Bachillerato. *Apertura*, 10 (1), 24-39. Recuperado el 18 de abril de 2022 de <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v10n1.1149>.
- Marzouki, O. F., Idrissi, M. K., Bennani, S. (2017). Effects of social constructivist mobile learning environments on knowledge acquisition: A meta-analysis. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 11(1), 18-39. Recuperado el 17 de marzo de 2022 de <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i1.5982>.
- National Council of Teachers of Mathematics (2011). Strategic use of technology in teaching and learning mathematics. Recuperado el 2 de mayo de 2022 de: <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Strategic-Use-of-Technology-in-Teaching-and-Learning-Mathematics/>.
- OCDE (2016). Nota país – Resultados de PISA 2015. Recuperado el 10 de abril de 2022 de <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Proyecto The flipped classroom (s.f.). The flipped classroom <https://www.theflippedclassroom.es/>
- Yen, T. (2020). The Performance of Online Teaching for Flipped Classroom Based on COVID-19 Aspect. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 8 (3), 57-64. DOI: 10.9734/AJESS/2020/v8i330229.