

Tecnologías emergentes aplicadas en la enseñanza de las matemáticas

Emerging technologies applied in mathematics education

Jairo Eduardo Márquez Díaz <jemarquez@ucundinamarca.edu.co>

Resumen

Con la introducción de las tecnologías y pedagogías emergentes en el entorno educativo, el proceso enseñanza aprendizaje ha venido transformándose en pro de facilitar el acceso al conocimiento al estudiante dentro y fuera del aula de clase, contribuyendo de esta manera a una educación flexible, dinámica y personalizada. El objetivo de este estudio consistió en exponer la experiencia del uso de la clase invertida combinada con el aprendizaje móvil y el aprendizaje híbrido, que convergen al modelo denominado aprendizaje móvil híbrido invertido, planteado como una herramienta pedagógica y metodológica de apoyo a la asignatura de las matemáticas, en particular Cálculo I. En este sentido, se detallan los hallazgos con base en los resultados de una investigación cuantitativa con diseño no experimental y alcance descriptivo, realizado en la Universidad de Cundinamarca en la carrera de Ingeniería de Sistemas, donde el estudio se centró en establecer si el modelo planteado aportaba a mejorar el rendimiento académico y el papel del docente frente al mismo. Los resultados mostraron que el modelo es viable y formula un cambio de paradigma en cuanto al papel del profesor frente al proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las TIC y tecnologías emergentes, cuyo rol cambia frente a la clase tradicional, donde el estudiante adopta otra postura de cara a su formación.

Palabras clave: Aprendizaje Híbrido, Aprendizaje Móvil, Autoaprendizaje, Clase invertida, Pedagogías emergentes, TIC

Abstract

With the introduction of emerging technologies and pedagogies in the educational environment, the teaching-learning process has been transforming in order to facilitate access to knowledge for the student inside and outside the classroom, thus contributing to a flexible, dynamic and personalized. The objective of this study was to expose the experience of using the inverted class combined with mobile learning and hybrid learning, which converge to the model called inverted hybrid mobile learning, proposed as a pedagogical and methodological tool to support the subject of Mathematics, in particular Calculus I. In this sense, the findings are detailed based on the results of a quantitative investigation with a non-experimental design and descriptive scope, carried out at the University of Cundinamarca in the Systems Engineering major, where the study was The focus was to establish whether the proposed model contributed to improving academic performance and the role of the teacher in relation to it. The results showed that the model is viable and formulates a paradigm shift regarding the teacher's role in the teaching-learning process mediated by ICT and emerging technologies, whose role changes compared to the traditional class, where the student adopts another position. facing their training.

Key words: Blended-Learning, Emerging pedagogies, Flipped Classroom, ICT, Mobile -Learning, Self-Learning.

1. Introducción

La educación en sus diferentes niveles y modalidades está cada vez más ligada a las TIC, demostrando con ello una dependencia a las mismas. En este sentido, se presentan nuevas tendencias y alternativas que está haciendo que la educación sea mucho más dinámica, flexible, participativa y ubicua, donde las tecnologías y pedagogías emergentes (Boude, 2013; Adell & Castañeda, 2012) aportan lo suyo, como caso particular, el aprendizaje móvil, el aprendizaje híbrido y la clase invertida respectivamente.

Con las tecnologías emergentes (Márquez, 2017; Almeida, 2017) en el entorno educativo se exploran nuevos desarrollos, que se manifiestan a través de la implementación de herramientas digitales para la enseñanza online y offline, cuyo objetivo está centrado en explorar su potencialidad dentro y fuera del aula de clase. Visto de esta manera, las metodologías de enseñanza sustentadas en la virtualidad tienen mucho que decir, puesto que son la base para nuevas formas de aprendizaje, - demostrando su valía a nivel mundial en la pandemia del Sars-Cov-2 (Ghinai *et al.*, 2020)-, a lo que se suma las pedagogías emergentes, que como señalan Mora y Salazar (2019), tratan de reinterpretar lo que la tecnología puede lograr en los procesos educativos y el tipo de mediación o adaptación de las prácticas educativas que se requiere por medio del uso de las TIC. En este sentido, las tecnologías emergentes en la educación presentan tendencias relacionadas con diferentes tipos de aprendizaje tal como exponen Fuerte y Guijosa (2018): adaptativo, activo, auténtico, móvil, ubicuo, colaborativo, en línea, flexible, híbrido, invertido, justo a tiempo, vivencial, mentoría, entre pares, en redes sociales y entornos colaborativos.

1.1. Clase invertida

La clase invertida (en inglés, *Flipped Classroom*) se entiende como un modelo de enseñanza-aprendizaje en la que se alienta al estudiante a solucionar problemas y/o ejercicios -previa retroalimentación - fuera del aula de clase. Combina los métodos constructivistas con la instrucción directa, comprometiéndose con ello al estudiante en su

formación. También, concierne las tareas del aula y las actividades realizadas con el uso de las TIC. (Mejía *et al.*, 2017) En cuanto a la parte operativa, se espera que el alumno cuando retorne al salón esté preparado, de tal forma que su interacción se demuestre por medio de preguntas y/o actividades frente a inquietudes generadas a la hora de encontrar la solución a un problema dado por el profesor. Lo destacable de este modelo es que los discentes colaboran en el aprendizaje de sus compañeros, dado que el profesor no es el único que proporciona el conocimiento. (Merla y Yáñez, 2016)

La clase invertida puede estar acompañada de recursos informáticos y tecnología representados a través del aula virtual y sus diferentes herramientas, pasando por los programas informáticos para edición de textos, audio, video y presentaciones, hasta recursos electrónicos como *ebooks*, *MOOC*, *podcasting* y contenido impreso entre otros. También, se puede generar cuestionarios interactivos, presentaciones, murales virtuales, video-lecciones o videos interactivos, desarrollo de actividades individuales y colaborativas, publicación o divulgación de trabajos, evaluación a través de rúbricas y fomento del aprendizaje colaborativo. (AulaPlaneta, 2018) De igual manera, con el aprendizaje invertido se desarrolla un ambiente interactivo, donde el profesor guía a los estudiantes mientras aplican los conceptos y se involucran en su formación de manera activa dentro del salón de clase. (EduTreds, 2014)

1.2. Aprendizaje Móvil

El aprendizaje móvil (en inglés, *Mobile Learning*), es una metodología de enseñanza-aprendizaje que emplea como plataforma la tecnología móvil. Lo que caracteriza a este tipo de aprendizaje es que no solo está centrado en las aplicaciones móviles, sino en la facilidad que brinda en cuanto al acceso de información en cualquier momento y lugar, al igual que permite experimentar con otros recursos digitales como la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta. Una particularidad del aprendizaje móvil, es que actúa como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, facilitando al estudiante y profesor los recursos digitales necesarios para que dicho proceso sea mucho más dinámico y flexible dentro y fuera del salón de clase (González & Medina, 2018). En este sentido, se presenta una oportunidad al estudiante para fomentar su formación a través del autoaprendizaje y motivarlo a explorar otro tipo de aprendizajes emergentes como el colaborativo y el situado (Pérez, 2017), entre otros. En cuanto al profesor, se presenta a su haber diversos recursos que le permite gestionar y/o administrar información, realizar evaluaciones de tipo individual o grupal, sean estos mediante chats, redes sociales, wikis y blogs, entre otros recursos digitales.

1.3. Aprendizaje Híbrido

El aprendizaje híbrido (en inglés, *Blended Learning*) se sustenta sobre una infraestructura virtual, donde los contenidos, evaluación, seguimiento e interacción son gestionados y/o administrados por el profesor para y por el estudiante. (Márquez, 2018) También, denota estrategias que combinan o mezclan metodologías o formatos para lograr mejores resultados de aprendizaje. (Mortera, 2009) Con este tipo de aprendizaje Mejía *et al.* (2017, p. 353) señala, la experiencia de aprendizaje integrada -en línea y cara a cara- proporcionando a los estudiantes una mayor flexibilidad, apoyo y nuevos canales de comunicación entre profesores y estudiantes, que contribuye al desarrollo del aprendizaje activo, investigativo, colaborativo y cooperativo.

Mortera (2008) menciona que, algunos autores han sugerido el término híbrido cuando es referido a los cursos que mezclan o combinan instrucción presencial con sistemas de educación de entrega a distancia. En el modelo *B-Learning* el profesor ejerce su labor de dos formas: como tutor online (tutorías a distancia) y como educador tradicional (cursos presenciales). (Polanía, 2014) Al igual que en la enseñanza presencial, el fortalecimiento de la relación docente-estudiantes es fundamental para crear una comunidad de aprendizaje; además, las decisiones que toman los docentes se ajustan a la filosofía y enfoque en cuanto a la enseñanza. (Sugarman *et al.*, 2016) Por consiguiente, con el aprendizaje híbrido el estudiante puede consultar información a través de dispositivos móviles o fijos con conexión a Internet, donde los contenidos se incorporan en plataformas virtuales, en la que Vargas y Villalobos (2018) afirman que, con el uso de estas plataformas se potencia el aprovechamiento de una serie de recursos y herramientas antes no tan fácilmente disponibles para el estudiantado tales como materiales digitales, multimedia, espacios colaborativos y cooperativos de aprendizaje conjunto.

1.4. Aprendizaje móvil híbrido invertido

El aprendizaje móvil híbrido invertido (AMHI) (Márquez, 2019) es una propuesta pedagógica y metodológica que surge como efecto de la experiencia docente frente una problemática común a las instituciones de educación

superior, acerca del bajo rendimiento, pérdida y deserción académica, en particular en el área de las matemáticas. El *AMHI* se fundamenta en tres estructuras relacionadas con la educación emergente, que se han venido afianzando en el medio educativo formal y no formal, como son: la clase invertida, la enseñanza híbrida y la enseñanza móvil. Al conjugar estos tres elementos de la educación en un mismo escenario, se explora la posibilidad de plantear nuevas opciones de enseñanza y aprendizaje bajo una plataforma tecnológica que se ha consolidado en el medio educativo como son Internet y la tecnología móvil.

Con el *AMHI* se brinda al profesor herramientas digitales sustentadas en las TIC y tecnologías emergentes que le ayuden en su quehacer docente, facilitando en el proceso información al estudiante basado en el hecho que la educación centrada en el profesor pasa a un segundo plano. Con esta propuesta, se pretende motivar al docente y estudiante a que se familiaricen y adquieran las competencias digitales necesarias para desenvolverse en un medio ubicuo. En este sentido, la pregunta de investigación a responder ronda en torno a las diferencias que pueden presentarse en cuanto al rendimiento académico tradicional con respecto al empleo del *AMHI* y el papel del profesor en este nuevo contexto.

2. Metodología

Para medir el impacto del *AMHI* se utilizó la metodología de investigación exploratoria, observacional y descriptiva con una profundidad transversal. La investigación se focalizó en tres grupos de estudiantes de primer semestre de Ingeniería de Sistemas que cursaron la asignatura de Cálculo I en el año 2018 y primer semestre del año 2019. Cabe señalar respecto a la selección de la muestra del alumnado, que esta fue de tipo no probabilístico, debido a criterios del propio investigador en cuanto a que se debía tomar en cuenta que dicha muestra estuviera conformada por estudiantes de Ingeniería de sistemas matriculados en el curso piloto. Paralelo a este estudio, se exploró el grado de conocimiento e interacción que presentaban los profesores de ciencias básicas frente al uso de las TIC y tecnologías emergentes en su quehacer académico.

En el estudio se definieron en total tres grupos control y tres experimentales, donde estos últimos se conformaron de manera probabilística, tomando en cuenta que el número de estudiantes varía conforme a la ley de oferta y demanda por semestre. Bajo este argumento se presentó homogeneidad en las muestras, garantizándose con ello una selección al azar tanto de los grupos control como experimental. En los grupos piloto se aplicaron las mismas herramientas TIC y tecnologías emergentes centralizadas en una plataforma virtual, al igual que la metodología acorde a la mismas, como la clase invertida y aprendizaje colaborativo, tomados como parámetros centrales del proceso de enseñanza y aprendizaje. En cuanto a los grupos control, estos fueron expuestos a la metodología y recursos estándar proferidos por la universidad enmarcados en la enseñanza tradicional, por lo cual, no tuvieron acceso alguno a los recursos formativos de los cursos piloto.

Los criterios de inclusión contemplados para el proyecto de investigación se enmarcaron en el contexto de los estudiantes nuevos y repitentes que cursarían la asignatura de Cálculo I, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de Sistemas. Todos los estudiantes fueron inscritos en la plataforma virtual del curso piloto sin excepción alguna, verificando su navegación y/o participación en la misma. De igual manera durante el experimento se aplicó el criterio de exclusión a estudiantes con más del 30% de inasistencia a las actividades regulares del curso y de aquellos que cancelaron la asignatura. En cuanto al profesor de matemáticas, fue quién gestionó y administró el curso piloto, bien en los contenidos, desarrollo de talleres, foros, evaluaciones, entre otros, con la asesoría esporádica en la parte técnica, tecnológica, metodológica y/o pedagógica cuando lo requirió.

3. Análisis de Resultados

En la investigación se emplearon tres métodos principales de recolección de información: entrevista, observación y encuesta. En cuanto al análisis de la información se utilizó el análisis de frecuencia. Para el diseño del instrumento se emplearon cuatro categorías todas dentro el marco de las TIC en la que no se le enfatizo al estudiante que iba a tener interacción con las tecnologías emergentes, así: uso de la tecnología móvil e Internet, motivación y desarrollo de estrategias de aprendizaje basado en herramientas TIC y uso de recursos digitales para el proceso enseñanza-aprendizaje.

El modelo del *AMHI* inició con un curso piloto de Cálculo I en el primer semestre del año 2018, encaminado a explorar la posibilidad de mejorar el rendimiento académico en el área de matemáticas, que según estudios previos

su índice decreció en años previos a niveles críticos. Basado en este hecho se realizó un registro sobre el rendimiento académico desde el primer semestre del año 2016 hasta el segundo semestre del año 2017, en contraste con el año de estudio 2018 (en color amarillo) sobre el número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron en las tres asignaturas de matemáticas que se cursan en la Facultad de Ingeniería, que se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Relación de estudiantes que aprobaron y no aprobaron matemáticas con la implementación del AMHI frente a semestres anteriores desde 2016 hasta el 2018, en el programa de Ingeniería de Sistemas.

NÚCLEO/PERIODO	MATEMATICAS I		MATEMATICAS II		MATEMATICAS III	
	Aprobaron	No aprobaron	Aprobaron	No aprobaron	Aprobaron	No aprobaron
2016-1	64	17	36	35	28	10
2016-2	34	21	68	51	30	11
2017-1	56	34	36	32	42	15
2017-2	47	44	46	39	27	19
2018-1	43	26	41	32	36	21
2018-2	50	21	39	40	42	20

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 1, se presentó un cambio significativo sobre el número de estudiantes que aprobaron matemáticas I (Cálculo I), demostrando ser factible el uso del AMHI para semestres posteriores. En este sentido, un aspecto a destacar en los estudiantes de primer semestre que pasan a cursar la asignatura de Cálculo II en cuanto a su rendimiento académico, es que no hubo cambio significativo con respecto a periodos anteriores, esto por el hecho que en estos se mantuvo la clase magistral tradicional. Con estos resultados se dedujo que las implicaciones del uso del AMHI en los posteriores cursos de matemáticas puede marcar la diferencia en el rendimiento académico del estudiante, no solo para el área de las matemáticas sino de la carrera en general.

En la tabla 2 se muestran los resultados de los cursos piloto y los cursos control realizado en el año 2018 y primer semestre del año 2019. Este último semestre se tomó como un referente adicional para ser contrastado con los resultados del año anterior.

Tabla 2. Resultados de los cursos piloto y lo cursos control en el año 2018 y primer semestre del año 2019 con el uso del AMHI.

NÚCLEO-PERIODO	CURSOS PILOTO				CURSOS DE CONTROL			
	Aprobaron	No aprobaron	Retirados	% que no aprobaron	Aprobaron	No aprobaron	Retirados	% que no aprobaron
2018-1	21	11	2	34.4	22	15	3	40.5
2018-2	30	8	2	21.1	20	13	2	39.4
2019-1	22	5	5	18.5	11	9	0	45
Total	73	24	9		42	28	5	

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 2, los resultados para el primer semestre del año 2018, el porcentaje de no aprobados en el curso piloto de Cálculo I conformado por 32 estudiantes fue del orden de 34.4 %, frente al curso control del mismo periodo que fue del orden de 40.5 %, demostrando con ello una reducción del 6.1 %. Este porcentaje, aunque pequeño es significativo, considerando que la tendencia en cuanto al número de estudiantes que repiten Cálculo I se mantuvo de manera creciente con respecto a semestres anteriores.

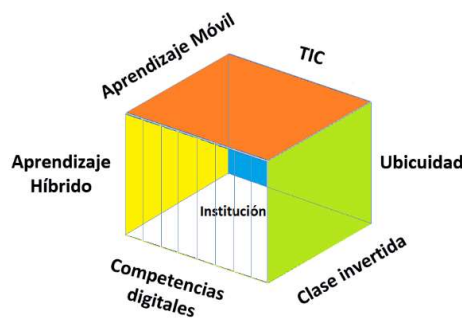
Para el segundo periodo del año 2018, el porcentaje de reprobados en el curso piloto de Cálculo I conformado por 38 estudiantes fue del orden de 21.1 %, que comparado con el porcentaje del curso control fue de 39.4 %; demostrando una diferencia del 18.3 %, con una mejora de un 13.3 % respecto al primer periodo académico. Para el

año 2019, hubo una noria reducción de estudiantes que reprobaron Cálculo I en un 18.5 %, con la particularidad que el docente a cargo poseía experiencia en el manejo de recursos digitales y conocimiento en el manejo del aprendizaje móvil e híbrido. Con base en estos resultados se concluye que el número total de alumnos que no aprobaron la asignatura de Cálculo I en los cursos piloto en los tres periodos de estudio, fue menor con respecto a los cursos control, cuya tendencia creciente se mantuvo en todo el experimento.

Retomando los datos del 2019, donde al profesor del curso piloto se le dio una inducción general en cuanto al manejo de la plataforma virtual y la gestión de contenidos digitales de la misma, marco una gran diferencia con respecto a los docentes del periodo 2018, en la que se le explicó la funcionalidad de las aplicaciones móviles y características de la clase invertida para que las implementara en su curso. Inicialmente no hubo capacitación al profesor en el manejo del AMHI, la razón de ello subyace en el hecho que el objetivo del estudio no era formarlo, sino de explorar su saber sobre las TIC, brindándole ciertas herramientas para que se apropiase de las mismas e implementara en el curso, estableciendo con ello si el rendimiento académico iba a mejorar.

Un aspecto a contemplar con base en los resultados obtenidos, se resume en la figura 1 mediante el cubo de aprendizaje emergente, en la que se combina el aprendizaje híbrido y móvil que presenta planos de convergencia con la clase invertida, donde los recursos empleados están representados mediante las TIC supeditados a unas competencias digitales y la ubicuidad que es un elemento común a todos los planos, que se interrelacionan de tal forma que contribuyen al proceso enseñanza-aprendizaje al interior de la institución.

Figura 1. Cubo de aprendizaje emergente que hace alusión al modelo de Aprendizaje Móvil Híbrido Invertido.



Fuente: Elaboración propia.

Las tecnologías emergentes representadas en este caso particular como el aprendizaje móvil y el aprendizaje híbrido, están llamados a modificar el modelo enseñanza-aprendizaje tradicional de las matemáticas en el entorno educativo universitario, en este caso particular la Universidad de Cundinamarca. Aunque no se ha dicho la última palabra en este sentido, se ha dado un gran paso en pro de acercar más las matemáticas al estudiante mediante las TIC, en la que se abona hacia una transformación docente y forma de transmitir el conocimiento, fomentando en el educando la responsabilidad de su formación.

Sobre el rol del maestro en este contexto, este deberá adaptar un conjunto de estrategias educativas que se ajusten a las necesidades de los estudiantes facilitando la aprehensión del conocimiento conforme emplea los recursos digitales dispuesto para tal fin. Por lo tanto, para escoger las herramientas se sugiere lo siguiente: 1) aplicaciones móviles de tipo App o WeApp de distribución gratuita o libre como geogebra, wiris, symbolab, WhatsApp o Desmos, entre otros; 2) una plataforma virtual institucional o libre, que facilite la incorporación y gestión de diversos recursos TIC (blogs, wikis, MOOC, podcast, links con direccionamiento a otros recursos online, etc.); 3) MOOC desarrolladas por el docente o de otras fuentes de acceso abierto como Unicoos, Namathis, Sangaku Maths; 4) Preparación previa de las temáticas a trabajar y recursos digitales a emplear dentro y fuera de clase.

4. Discusión

Con el uso del AMHI se motivó al alumno a estudiar las matemáticas desde otra perspectiva, a su propio ritmo dentro y fuera del aula de clase, donde la autoevaluación y experimentación formaron parte activa de este proceso. Por otro lado, el papel del docente durante el estudio permitió reconocer su importancia frente a la enseñanza-aprendizaje, pues al fin y al cabo es el artífice y promotor de la dinámica planteada en el proyecto de investigación.

El compromiso del profesor de orientar a los estudiantes durante todo el curso en el desarrollo de los talleres y evaluaciones, bien dentro y fuera del aula empleando el AMHI, fue un aspecto clave, puesto que la idea es que éste asuma en su momento el papel de prosumidor (González, Becerra y Olmos, 2018), facilitando el conocimiento mediante la creación de herramientas digitales por y para el alumno. Con esto en mente, la idea es que el estudiante se convierta también en prosumidor (Cabrera, 2018; Lastra, 2016; Herrero *et al.*, 2016; Andreu y Martín, 2014), creando sus propios contenidos digitales aportando a su autoformación y enriqueciendo de paso el entorno educativo.

El compromiso del docente debe estar mediado por una previa alfabetización digital, sumado al cambio de actitud y aptitud frente al manejo del AMHI en su quehacer académico, donde aparte de propiciar el aprendizaje mediante el uso de diversos recursos didácticos estándar, no debe descuidar las tecnologías que dispone a la mano relacionadas con la educación (González & Rincón, 2013). Asimismo, se deja de lado el centrismo que sobre el profesor rondaba por parte del educando. El maestro aparte de actuar como facilitador del conocimiento, es responsable de proporcionar los medios didácticos analógicos como digitales para que el alumno construya su propio conocimiento; esto conlleva a romper el paradigma de la enseñanza tradicional, motivado por un cambio de mentalidad y actuar de cara a una educación diferente. También, el profesor debe comprender que la exploración del conocimiento formal como informal, ya no solo está al interior de las aulas, yace en los medios tecnológicos y digitales por lo que no puede dar la espalda a este hecho irrefutable. Las formas de comunicación han evolucionado, por lo cual depende del profesor motivar al estudiante a su proceso de formación y lo más importante, innovar en su práctica docente, ya que dispone en la web de un sinnúmero de recursos educativos que pueden ser adaptados a las necesidades propias de cada asignatura, tanto en lo metodológico como pedagógico.

Un aspecto a contemplar en cuanto a los datos obtenidos, es replicar los procedimientos y uso de herramientas digitales trabajadas en el proyecto de investigación en otras asignaturas de matemáticas, con el fin de evaluar su viabilidad de implementación a gran escala a mediano y largo plazo al interior de la institución. En este sentido, se espera obtener cambios sustanciales no solo en el plan de estudios, sino en la actitud y aptitud del maestro frente a esta propuesta que cambia de manera significativa su actuar en el modelo tradicional de enseñanza que se enfoca hacia las tecnologías emergentes y TIC, dando mayor énfasis a las competencias digitales que debe asumir bajo ciertos requisitos relacionados a ser un ciudadano digital, en la que se toma como referencia las 21 competencias digitales del Servicio de Ciencia y Conocimiento de la Unión Europea (Vuorikari *et al.*, 2016), resumidas en cinco áreas: información y alfabetización de datos, comunicación y colaboración, creación de contenido digital, seguridad y resolución de problemas.

Existen otras áreas que aportan lo suyo a la formación del maestro, tal como el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico e innovación y actitud proactiva. Además, como se maneja gran cantidad de información y datos, se crea un canal de comunicación con los estudiantes, cuya premisa es que el acceso al conocimiento se adquiera de forma personalizada, colaborativa y segura. Significa entonces, que se deben cumplir con un conjunto de competencias digitales que como señalan Revelo, Revuelta y González (2018), contemplan cuatro áreas o dimensiones: información, comunicación, seguridad y resolución de problemas. También, el profesor debe cumplir con un comportamiento de carácter individual como relacionado con el estudiante, tales como ser: Investigador, resiliente, prosumidor, sentido humano, empoderado, generador de cambios, emprendedor, innovador y líder; todo ello encaminado a que sea factible mejorar el rendimiento académico de los estudiantes empleando el AMHI.

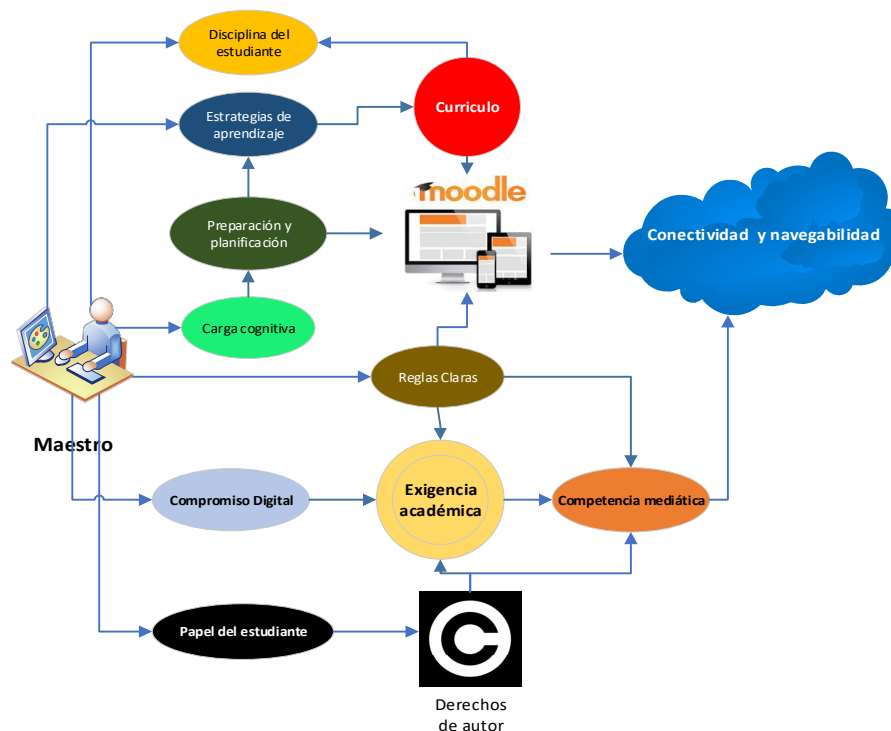
Basado en lo anterior, se impulsa a generar un cambio actitudinal en el docente que, como señalan Prado y Díaz (2018), no puede ser un mero ejecutor de un currículo rígido y universal a todos los estudiantes, que los califican en base a sus progresos y debilidades, eliminando toda posibilidad de intervenir dicho conjunto de contenidos. En consecuencia, el docente debe convertirse en un ciudadano digital, por lo que es preciso que cumpla con unas competencias basadas en las TIC si se espera un cambio significativo en el paradigma educativo, donde algunos modelos de aprendizaje pueden ser implementados en el escenario del AMHI, debido a su afinidad con las tecnologías emergentes y TIC empleados en el proyecto, tales como: el aprendizaje invertido, colaborativo, magistral activo, basado en problemas, orientado a proyectos, demostración guiada o modelado, basado en casos y basado en la investigación.

Bajo estos tipos de aprendizaje, el maestro cuenta con varios recursos para dinamizar su clase, cuyo potencial subyace en la creatividad y habilidad para desarrollar las competencias y espacios pedagógicos ideales que garanticen que el estudiante se ha apropiado del conocimiento. Bajo este hecho, debe existir reciprocidad por parte del alumno en comprometerse con su formación, dedicando el tiempo necesario para la consulta y mejora de cada

aprendizaje enunciado. Por lo tanto, el grado de compromiso del docente frente al cambio del modelo clásico de enseñanza por uno participativo, flexible y dinámico, lo lleva inevitablemente por las sendas de la investigación, documentación, conceptualización y contextualización de la tecnología y de los recursos digitales que le acompañan. Lo recomendable es que las estrategias que plantee el profesor se sustenten en la taxonomía de objetivos de la educación o *Taxonomía de Bloom*; la cual cubre aspectos como el cognitivo, afectivo y psicomotor, en este caso particular aplicado a las matemáticas (Kurtulus y Ada, 2017; Webb, 2014; Darlington, 2013; Thompson, 2008).

La creación de contenidos digitales por parte del profesor es fundamental, sin dejar de lado aspectos relacionados con los derechos de propiedad intelectual y licencias de uso (INTEF, 2017). También, se hace imprescindible una revisión y ajuste al currículo y modelo pedagógico, debido a que la adopción de las TIC y tecnologías emergentes (Sosa, Salinas y De Benito, 2017) trabajadas en el proyecto, implican un ajuste o reingeniería de los recursos digitales y tecnología que acompañan a los contenidos de la asignatura. Por ende, la implementación de las herramientas digitales como apoyo a la asignatura que actúan como soporte al AMHI, el docente debe contemplar un conjunto de aspectos organizativos y procedimentales que permita gestionar tanto los recursos digitales como la tecnología sobre la que se sustenta, tal como se observa en la figura 2.

Figura 2. Aspectos organizacionales que el docente debe tomar en consideración para trabajar con herramientas digitales que actúan como apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas bajo el modelo del AMHI.



Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto fundamental del modelo propuesto es la infraestructura tecnológica, bien en cuanto a la conectividad, ancho de banda y navegación, como de la tecnología que se emplea para el acceso y gestión de contenidos, donde la importancia de estas subyace en su escalabilidad, que puede ser complementada con otro tipo de aprendizajes y tecnologías para optimizarla y/o mejorarla, por ejemplo, la analítica de aprendizaje, la inteligencia artificial y el blockchain; las cuales prometen cambios sustanciales en la forma de transmitir el conocimiento, la evaluación y seguimiento en cuanto al nivel de aprendizaje del educando.

5. Conclusiones

Aunque existe una dificultad tácita al incorporar las tecnologías al ejercicio docente, no es excusa de no intentarlo, se deben explorar nuevos horizontes que faciliten al educando apropiarse del conocimiento, máxime para una asignatura que presenta problemas para su aprendizaje como es la matemática. El estereotipo del maestro rígido e implacable cuyo conocimiento gira en torno del mismo debe ser revaluado, su papel de formador implica que la educación que imparte no puede mantenerse al margen del desarrollo tecnológico, por lo que es recomendable realizar una reflexión que lo motive al compromiso en su quehacer docente, en dar un giro al mismo que beneficie al educando, institución y comunidad. Ante tal situación debe considerarse lo siguiente:

1. El uso del aprendizaje móvil en clase debe ser racional, tanto para la enseñanza como para la evaluación; esto con el fin de no saturar al alumno con demasiados recursos TIC que pueden devenir en el abandono prematuro de la clase o la no participación activa en la misma. No sobra recordar que el nivel de motivación que el estudiante trae consigo frente a las matemáticas es muy bajo, por lo que la idea de abonar a esta negativa con sobrecarga de trabajo no ayuda. Como ya se ha aclarado, se considera imperativo que el docente realice un estudio previo sobre el tipo de herramientas digitales que va a trabajar (WebApp, MOOC, recursos de la plataforma virtual, recursos online y offline, etc.), al igual que los contenidos, tareas y talleres que va a desarrollar dentro y fuera del aula a lo largo del curso.
2. Para el caso de la clase invertida como señalan Bishop y Verleger (2013), la definen como una técnica educativa formada de dos partes, una que ocurre dentro del aula con actividades de aprendizaje en grupo y una parte fuera del aula con lecciones individuales directas en el ordenador o portátil. Dicho esto, el profesor debe tener mesura sobre qué y cuántas herramientas TIC va a emplear, por lo que se corre el riesgo que el estudiante decline de su uso por confusión o saturación de trabajo, porque no solo va usar el computador sino su dispositivo móvil, aunque habituado a él, el manejo de material educativo es relativamente nuevo bajo este esquema.
3. Se requiere por parte de profesor un diseño de contenidos de aprendizaje ajustados al aprendizaje móvil híbrido invertido, que incluye por supuesto la tecnología móvil con que dispone el estudiante, ya que el tamaño de la pantalla del dispositivo puede tornar un poco difícil el acceso de la lectura a los contenidos.

Cabe agregar que el profesor debe estar dispuesto al cambio en cuanto a asumir una metodología y pedagogía flexibles en su quehacer docente. Bajo este contexto de flexibilidad, el estudiante puede adaptarse más rápido que lo que el docente querría, por lo que su actitud frente a este escenario es fundamental, debido a que de nada sirve disponer de todos los medios técnicos y tecnológicos, si no hay disposición y compromiso por parte del mismo de apropiarse de estos recursos. Como señala Cobos y Moravec (2010) en el ámbito del aprendizaje, esto significa que todos nos convertimos en coaprendices y también en coeducadores, como resultado de la construcción y aplicación colectiva de nuevos conocimientos.

Con tan amplia gama de herramientas digitales que dispone el docente y estudiante, se abre un sinnúmero de oportunidades para adaptar y/o modificar el proceso de enseñanza aprendizaje tradicional a uno dinámico, participativo y flexible, donde las tecnologías emergentes y TIC desempeñan un papel fundamental haciendo que el estudiante adopte un papel activo en su formación. En cuanto al maestro, este deja de ser el centro del quehacer académico y adopta el papel de guía y tutor del estudiante, encaminándolo a su autoformación, y a la vez se proyecta como un gestor de contenidos digitales creando material de estudio que ayude al educando a la aprehensión de nuevo conocimiento; a este tipo de actuar se le conoce como prosumidor (Cantalapiedra, 2017).

Para finalizar, los resultados del uso del aprendizaje móvil híbrido invertido en cursos de Cálculo I, demostró ser efectivo con un porcentaje relativamente significativo de estudiantes aprobados frente al modelo tradicional de enseñanza. Asimismo, se evidenció que la implementación de este modelo es una opción a considerar en la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, se debe considerar el riesgo de distracción por parte del estudiante y la falta de compromiso del mismo frente a los recursos dispuestos por el profesor, por lo que la motivación y seguimiento por parte del mismo es fundamental.

6. Referencias bibliográficas.

ADELL, J. & CASTAÑEDA, L. (2012). *Tecnologías emergentes. ¿Pedagogías emergentes?* Coordinadores Hernández J, Pennesi, M, Sobrino D y Vázquez A. Editorial Espiral, Barcelona, 13-32.

- ALMEIDA, F. (2017). Concept and dimensions of web 4.0. *International journal of computers and technology*, 16(7), 7040-7046. <https://doi.org/10.24297/ijct.v16i7.6446>
- ANDREU, S. C. & MARTÍN, P. M. (2014). La educación audiovisual y la creación de prosumidores mediáticos. Estudio de caso. *Revista de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación*, (7), 131-147. <http://dx.doi.org/10.6035/2174-0992.2014.7.8>
- AULAPLANETA (2018). 40 herramientas para aplicar la metodología flipped classroom en el aula. Recuperado el 19 de noviembre de 2019 desde < <http://www.aulaplaneta.com/2015/05/12/recursos-tic/40-herramientas-para-aplicar-la-metodologia-flipped-classroom-en-el-aula-infografia/>>
- BISHOP, J. L., & VERLEGER, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE National Conference Proceedings*, Atlanta, GA, (30).
- BOUDE, F. O. R. (2013). Tecnologías emergentes en la educación: una experiencia de formación de docentes que fomenta el diseño de ambientes de aprendizaje. *Educação & Sociedade*, 34(123), 531-548. <https://doi.org/10.1590/s0101-73302013000200012>
- CABRERA, M. O. (2018). La evolución del prosumidor y las marcas comerciales en la era de las TIC. *Revista KEPES*, 15(17), 119-150. <https://doi.org/10.17151/kepes.2018.15.17.6>
- CANTALAPIEDRA, N. B. (2017). El rol del prosumidor en la docencia: aplicación de técnicas propias de la producción audiovisual para su desarrollo. *3C TIC* (Edición 20), 6(1), 1 – 10. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2017.55.1-10>
- EDUTREDS (2014). Aprendizaje invertido. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. *Reporte EduTreds*. Tecnológico de Monterrey.
- FUERTE, K. Y GUIJOSA, C. (2018). Glosario de innovación educativa. Recuperado el 15 de septiembre de 2019 desde <en <http://cort.as/-Rqz0>>
- GONZÁLEZ, F. M., BECERRA, V. J. & OLMOS C. J. (2018). Promoción de la autogestión a través de objetos de aprendizaje adaptativos en alumnos de educación superior. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 63. <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2018.63.1037>
- GONZÁLEZ, G. K. & RINCÓN, C. D. (2013). El docente-prosumidor y el uso crítico de la web 2.0 en la educación superior. *Sophia*, (9), 79-94.
- GONZÁLEZ, R. M. & MEDINA, G. DEL C. (2018). Uso de dispositivos móviles como herramientas para aprender. Píxel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 52, 217-227. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.15>
- GHINAI, I., MCPHERSON, T. D., HUNTER, J. C., KIRKING, H. L., CHRISTIANSEN, D., JOSHI, K., ... LAYDEN, J. E. (2020). First known person-to-person transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in the USA. *The Lancet*. [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30607-3](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30607-3)
- HERRERO, D. P., RAMOS, S. P. & NÓ, J. (2016). Los menores como usuarios creadores en la era digital: del prosumer al creador colaborativo. Revisión teórica 1972-2016. *Revista Latina de Comunicación Social*, (71), 1301-1322. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2016-1147>
- LASTRA, A. (2016): El poder del prosumidor. Identificación de sus necesidades y repercusión en la producción audiovisual transmedia. *Icono* (14), 71-94. <https://doi.org/10.7195/ri14.v14i1.902>

- MÁRQUEZ, D. J. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación colombiana. *Revista Ingeniare*, 13(23), 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>
- MÁRQUEZ, D. J. (2018). Aprendizaje híbrido flexible en el entorno de la educación superior. Recuperado en <https://www.alfabetizaciondigital.redem.org/aprendizaje-hibrido-flexible-en-el-entorno-de-la-educacion-superior/>
- MÁRQUEZ, D. J. E. (2019). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para la enseñanza de las matemáticas. (17-34). Márquez, D. J. (Compilador). *Educación, Ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo XXI*. Chía, Colombia, Ed. Udistrital.
- MEJÍA, G. C., MICHALÓN, D. D., MICHALÓN, A. R., LÓPEZ, F. R., PALMERO, U. D. & SÁNCHEZ G. S. (2017). Espacios de aprendizaje híbridos. Hacia una educación del futuro en la Universidad de Guayaquil. *Investigación pedagógica*, 15(3), 350-355.
- MERLA, G. A. & YÁÑEZ, E. C. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 16(8), 68-78.
- MORA, V. F. & SALAZAR, B. K. (2019). Aplicabilidad de las pedagogías emergentes en el e-learning. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 125- 159. <http://dx.doi.org/10.15359/rep.14-1.6>
- MORTERA, F. (2009). Diferencia y similitudes entre el aprendizaje combinado (Blended Learning y el aprendizaje distribuido (Distributed Learning), y su relación con la educación a distancia. *Revista Escuela Normal Miguel F Martínez centenaria y benemérita*. 3(4).
- MORTERA, G. F. (2008). El aprendizaje híbrido o combinado (Blended Learning): acompañamiento tecnológico en las aulas del siglo XXI. Lozano, R., Armando & Burgos A., José, V. (Comps.): *Tecnología educativa en un modelo centrado en la persona*. Limusa. México, D.F.
- PÉREZ, S. G. (2017). El aprendizaje situado ante una teoría constructivista en la posmodernidad. *Revista Glosa*, 5(8), 1-14.
- POLANÍA, P. J. (2014). Blended Learning, una alternativa para E-Learning: Un modelo Educativo. *PAIDEIA*, 19, 91 – 96. <https://doi.org/10.25054/01240307.1170>
- SOSA, N. E., SALINAS, J. & DE BENITO, C. (2017). Emerging Technologies (ETs) in Education: A Systematic Review of the Literature Published between 2006 and 2016. *iJET*, 12(5), 128-149. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i05.6939>
- SUGARMAN, B., DAVIS, V., BURKHOLDER G. & EVERHART, D. (2016). *Aprendizaje híbrido, mixto y en línea en laureate education. Exploración de los mitos y las mejores prácticas*. Laureate Network Office. Laureate International Universities.
- VARGAS, C. A. & VILLALOBOS, T. G. (2018). El uso de plataformas virtuales y su impacto en el proceso de aprendizaje en las asignaturas de las carreras de Criminología y Ciencias Policiales, de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, 22(1), 1-20. <https://doi.org/10.15359/ree.22-1.2>
- VELETSIANOS, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. En Veletsianos, G. (ed.) *Emerging technologies in distance education*, 3-22. Athabasca, CA: Athabasca University Press.