

TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

**Nuevos planteamientos a una enseñanza
y aprendizaje dinámicos**

Jairo E. Márquez D. Harvey I. Hernández Y. Arles Prieto M.
Angélica Bravo B. Luz J. Castañeda R. Luis A. Hernández H.



Editorial
UCundinamarca



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

**Nuevos planteamientos a una
enseñanza y aprendizaje
dinámicos**

Jairo E. Márquez
D. Harvey I. Hernández Y.
Arles Prieto M.
Angélica Bravo B.
Luz J. Castañeda R.
Luis A. Hernández H.

Márquez Díaz, J. E. (Coord.).

Tecnologías emergentes en la educación superior. Nuevos planteamientos a una enseñanza y aprendizaje dinámicos.

Editorial de la Universidad de Cundinamarca. 2021.

Fusagasugá

554 p.

ISBN: 978-958-5195-07-3



UDEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA



Dr. Adriano Muñoz Barrera
Rector

Dra. María Eulalia Buenahora Ochoa
Vicerrectora Académica

Dr. Jaime Augusto Porras Jiménez
Director de Investigación
Universitaria

Ing. Wilson Joven Sarria
Decano Facultad de Ingeniería

© Universidad de Cundinamarca, 2021
Primera Edición, 2021

Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería de Sistemas

Coordinador:
Jairo Eduardo Márquez

Editorial:
Dirección editorial: **Jaime Augusto Porras Jiménez**
Editor: **Rosemberg López del Carpio Juarez**
Corrección de estilo: **Yesid Castiblanco Barreto**
Diseño editorial: **Paula Karina Martínez Camelo**
Registro digital: **Ana Milena Bejarano Torres**

Dirección de Investigación
Universidad de Cundinamarca
www.ucundinamarca.edu.co
editorial@ucundinamarca.edu.co
Diagonal 18 No. 20 - 29
Fusagasugá - Cundinamarca

ISBN: 978-958-5195-07-3

Autores:
Angélica Bravo Bohórquez
Arlés Prieto Moreno
Harvey Iovani Hernández Yomayusa
Jairo Eduardo Márquez Díaz
Luis Alejandro Hernández Hernández
Luz Jaddy Castañeda Rodríguez

DERECHOS RESERVADOS:

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, sin permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Los conceptos aquí expresados son responsabilidad exclusiva de sus autores y no necesariamente representan la posición oficial de la Universidad de Cundinamarca.

No comercial: no puede utilizar esta obra con fines comerciales de ningún tipo. Tampoco puede vender esta obra bajo ningún concepto ni publicar estos contenidos en sitios web que incluyan publicidad de cualquier tipo.

El presente libro es derivado del proyecto de investigación: *Desarrollo de estrategias pedagógicas mediante tecnologías emergentes para la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Cundinamarca*, de los grupos de investigación Scientific @cademic Research @ctivity-S@R@

En cuanto a la información consignada en el presente documento, fue revisada y evaluada por pares evaluadores externos doble ciego con el fin de garantizar una valoración crítica e imparcial sobre la calidad de los manuscritos; por lo cual los autores fueron informados sobre las recomendaciones dadas por los pares para realizar los respectivos cambios y/o ajustes del caso, para finalmente ser aprobados por el Consejo Editorial de la Universidad de Cundinamarca.



Jairo Eduardo Márquez Díaz

Ph. D. en Educación de la Universidad de Baja California. Ingeniero de sistemas (UAN), licenciado en Matemáticas y Física (UAN), magíster en Seguridad de la Información Empresarial (Universidad de Barcelona), especialista en Bioética, (Universidad El Bosque), especialista en Docencia Universitaria (Universidad El Bosque), especialista en Actuaría (UAN) y especialista en Ciberdefensa (Universidad de Maryland).

Docente investigador en Universidad de Cundinamarca y director de los grupos de investigación Nanoingeniería y Scientific Academic Research Activity (SARA). Docente catedrático de la Universidad Militar Nueva Granada del Departamento de Tecnologías del Conocimiento. Se especializa en áreas relacionadas con tecnologías emergentes, seguridad informática, ciberdefensa, física y matemáticas avanzadas, computación móvil, telemedicina, inteligencia artificial y visión artificial, sistemas complejos, ciencias de la computación, telecomunicaciones, neurociencias, nanociencias y nanotecnología, entre otros campos.

Ha publicado 38 artículos técnicos en diversas revistas nacionales e internacionales, es autor, coautor y editor de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación. Ha participado como par evaluador en Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional (MEN).



Harvey Iovani Hernández Yomayusa

Magíster en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad Nacional de Colombia), magíster en Tecnología Educativa y Competencias Digitales, e ingeniero industrial (Universidad de América). Especialista en Seguridad Física y de la Informática (Escuela de Comunicaciones Militares). Docente investigador de la Universidad de Cundinamarca, líder del grupo de investigación Axioma. Docente de la Universidad de La Sabana y de la Universidad Minuto de Dios. Desarrolla proyectos de investigación sobre modelación matemática, didáctica de la matemática y la física incorporando nuevas tecnologías a los procesos de enseñanza-aprendizaje, como la aplicación de scripts en Matlab y Python para las ciencias y también en la creación de recursos virtuales como applets; además, tiene experiencia en gestión de LMS en la plataforma Moodle para aulas virtuales, en cuanto al diseño, la configuración, el montaje, el seguimiento y la evaluación de cursos. Es coautor de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación.



Arles Prieto Moreno

Ph. D. en Educación de la Universidad de Baja California, ingeniero electrónico (Universidad Antonio Nariño), magíster en Seguridad de la Información Empresarial (Universidad de Barcelona), especialista en Alta Gerencia (Universidad Militar Nueva Granada), especialista en Gerencia Integral de las Telecomunicaciones (Escuela de Comunicaciones Militares), especialista en Seguridad Física y de la Informática (Escuela de Comunicaciones Militares), docente investigador de la Universidad de Cundinamarca, perteneciente a los grupos de investigación Nanoingeniería y Scientific Academic Research Activity (SARA). Docente catedrático de la Universidad Militar Nueva Granada en Protección Electrónica. Se especializa en áreas relacionadas con tecnologías emergentes, seguridad informática, gerencia de proyectos, electrónica y microelectrónica, telecomunicaciones, robótica y sistemas embebidos, entre otros campos. Ha participado como par evaluador en revistas científicas, ha publicado 21 artículos en diversas revistas nacionales y es autor y coautor de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación.



Angélica Bravo Bohórquez

Licenciada en Física (Universidad Pedagógica Nacional), magíster en Ciencias - Física (Universidad Nacional de Colombia). Docente investigadora en Didáctica de las Ciencias Matemáticas y Física enfocada en la integración de las TIC y Tecnologías Emergentes. Tiene experiencia académica, profesional e investigativa en el área de modelación y didáctica, y experiencia profesional en la Secretaría de Educación de Bogotá y en la Universidad de Cundinamarca, donde es líder del semillero de investigación Axioma Alfa e integrante activa del grupo de investigación Axioma de Ciencias Básicas. Fue docente en la Universidad Minuto de Dios (2011). Ha sido reconocida por la participación y el compromiso en el fortalecimiento del aprendizaje a través de la integración de las TIC al quehacer docente por la Universidad de Cundinamarca (2018), ha participado en la elaboración del Manual de usuario para el manejo del aula virtual, Flipped Classroom. Ha participado en proyectos de investigación y desarrollo Flipped Classroom como una metodología para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas, desde las aulas virtuales de la Universidad de Cundinamarca. Es coautora de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación.



Luz Jaddy Castañeda Rodríguez

Licenciada en Matemáticas y Física de la Universidad de Cundinamarca, especialista en Gerencia Integral de las Comunicaciones (Escuela de Comunicaciones Militares) y magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (Universidad Nacional de Colombia). Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cundinamarca, e integrante del grupo de investigación Axioma.

Docente catedrática de Estadística Descriptiva en la Escuela de Comunicaciones Militares (Escom), ha participado en la elaboración del Manual de usuario para el manejo del aula virtual, Flipped Classroom. Ha participado en proyectos de investigación, desarrollo y validación de un modelo matemático para la capacidad de absorción de materia orgánica de la macrófita *Eichhornia crassipes* en el sector El Espino-río Bogotá, Planta de Tratamiento de Agua Potable Tibitoc, y en el desarrollo de estrategias pedagógicas mediante tecnologías emergentes para la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Cundinamarca. Ha sido reconocida por su participación y compromiso en el fortalecimiento del aprendizaje a través de la integración de las TIC al quehacer docente, por la Universidad de Cundinamarca (2018). Es coautora de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación.



Luis Alejandro Hernández Hernández

Ingeniero agrícola de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Gerencia de Proyectos Educativos (Universidad Cooperativa de Colombia) y actualmente cursa la Maestría en Auditoría y Gestión Empresarial (Universidad Iberoamericana). Directivo del Colegio Mayor de Occidente, ubicado en Facatativá (Cundinamarca). Docente de cátedra en la Universidad de Cundinamarca. Ha sido reconocido por su participación y compromiso en el fortalecimiento del aprendizaje a través de la integración de las TIC al quehacer docente, por la Universidad de Cundinamarca (2018). Ha participado en proyectos de investigación y desarrollo de estrategias pedagógicas mediante tecnologías emergentes para la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Cundinamarca, y de modelación matemática como un recurso didáctico viable en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias concebido desde la matemática contextual. Es coautor de capítulos de libros y libros editados como resultado de investigación.

Contenido.

Prólogo

Introducción

26

**Un recorrido acerca de la
enseñanza - aprendizaje de las matemáticas**

Introducción

Nacimiento y crecimiento de las matemáticas en la historia.

Historia de las matemáticas en Colombia.

Tendencias.

Conclusiones.

Referencias.

78

**Enseñanza-aprendizaje
y las plataformas virtuales**

Introducción.

Enseñanza digital

Estándares de la enseñanza digital

Plataformas de E-Learning

Estrategia pedagógica

Conclusiones.

Referencias.

145

Metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior

Introducción.

Técnicas para activar una clase

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Beneficios que proporciona el ABP

Aprendizaje Basado en Problemas (PBL)

Aprendizaje Basado en Problemas

Aprendizaje cooperativo

Trabajo colaborativo

Elementos del aprendizaje cooperativo

Trabajo basado en equipos

Estructura de la metodología

Método del caso

Conclusiones

Referencias

178

Tecnologías y pedagogías emergentes

Introducción.

Pedagogías emergentes

Aprendizaje móvil

Sistema de gestión de aprendizaje (LMS)

Tecnologías de aprendizaje adaptativo

Internet de las cosas (IoT)

Inteligencia artificial (IA)
Interfaz natural de usuario (NUI)
Conclusiones.
Referencias.

247

TIC y tecnologías emergentes en la educación superior

Introducción.
Capital tecnológico y capital cultural
Las TIC en la educación
Las TIC y el entorno educativo
Tecnologías emergentes en la educación superior
Tecnoeducación emergente
Sector empresarial y la educación superior
Conclusiones.
Referencias.

295

Percepción de los docentes de la Universidad de Cundinamarca frente a las TIC y las tecnologías emergentes

Introducción.
Metodología

Resultados
Conclusiones.
Referencias.

335

**Percepción de los docentes
de ciencias básicas de la
UCundinamarca, extensión Chía,
frente a las TIC**

Introducción
Metodología
Resultados
Conclusiones
Referencias

384

**Estudio de caso sobre la aplicación
de tecnologías emergentes en el aula
para un curso de Matemáticas I**

Introducción
De la didáctica
Tecnologías emergentes usadas en el proyecto
De la metodología
Metodología de investigación

De la aplicación
De los resultados
Conclusiones
Referencias

415

Tecnologías emergentes como alternativa a las evaluaciones estandarizadas

Introducción
Evaluaciones estandarizadas
Qué miden las pruebas estandarizadas
Evaluación por competencias
Efectos de la evaluación por competencias
Beneficios y cuestionamientos de las evaluaciones estandarizadas
Posición del educador frente a las pruebas estandarizadas
De las pruebas estandarizadas al Blockchain
Aprendizaje y evaluación adaptativos
Plataforma adaptativa
Tendencias tecnológicas de la educación
Habilidades blandas
Conclusiones
Referencias

521

Mundo virtual con herramienta de apoyo al aprendizaje autónomo

Introducción

Características de un mundo virtual

Tecnologías emergentes y mundos virtuales

Marco metodológico

Resultados

Conclusiones

Referencias

Prólogo

El presente libro es el resultado de la colaboración de varios investigadores pertenecientes a diferentes disciplinas que comparten un aspecto común de la educación superior, que es la innovación digital en el proceso enseñanza-aprendizaje. En este sentido, se comparte el sentir y la inquietud intelectual, al igual que la experiencia y habilidades de un grupo de docentes que desean dejar plasmado su quehacer académico e investigativo en un documento que a la postre sea de ayuda y guía para otros maestros e investigadores que laboran en el entorno universitario y le apuestan a una educación emergente, dinámica, reflexiva e incluyente, en la cual las TIC y la tecnología son la base para ello. Aunque se exponen elementos propios de la educación superior, muchos conceptos y planteamientos en general pueden ser extrapolados a otros niveles y modalidades. Dicho esto, se da inicio al texto realizando una breve exposición histórica acerca de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas hasta nuestros días.

En el segundo capítulo se aborda el tema de la gestión del conocimiento a través de las plataformas virtuales, poniendo especial énfasis sobre los estándares de enseñanza en la modalidad digital y su relación

con el *E-learning*, al igual que el uso de estrategias pedagógicas tendientes a mejorar la praxis del docente en su entorno académico. Con esta mirada, las plataformas virtuales facilitan la incorporación de pedagogías y metodologías disruptivas estableciendo con ello nuevos paradigmas de la educación formal y no formal, iniciando una revolución en la educación del siglo XXI, haciendo que las instituciones revalúen la estructura curricular, relacionándola cada vez más con las TIC y buscando de esta manera acercar al ciudadano del común a su autoformación.

El tercer y cuarto capítulos presentan las tecnologías emergentes en la educación, en la que se exponen diversas tendencias y recursos digitales que tiene a disposición el docente para hacer más dinámica su labor académica. La potencialidad que muestra el uso de las TIC en conjunto con las tecnologías emergentes es amplia, en la cual profesor y alumno pueden ser artífices de nuevos recursos digitales que pueden ser empleados tanto en clase como fuera de ella; en este punto es donde la tecnología entra a desempeñar un rol particular como eje gestor o administrador del conocimiento. Con esto en mente, se abre un sinnúmero de oportunidades para el profesor en cuanto a innovación educativa, implementando nuevas propuestas pedagógicas y metodológicas que se ajusten a las necesidades propias del educando, motivándolo de esta manera a generar en él mismo la responsabilidad de su autoformación. Con este supuesto, se expone un estudio en el quinto capítulo sobre las metodologías activas, en el cual el profesor dispone de técnicas para activar la clase como el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje fundamentado en problemas. Así, con las metodologías

activas se busca que la enseñanza sea contextualizada y centrada en el estudiante, promoviendo de esta manera el desarrollo de habilidades metacognitivas que le permitan enfrentar problemas reales con los que se pueden encontrar en su vida profesional.

El sexto capítulo muestra los resultados de un estudio acerca de la percepción del docente en la Universidad de Cundinamarca sobre el conocimiento, la interacción y el uso de las TIC y las tecnologías emergentes en su desarrollo profesional. Como caso particular, en el capítulo séptimo se muestran los resultados de un cuestionario y entrevista sobre la percepción del docente de ciencias básicas de la Universidad de Cundinamarca, extensión Chía, acerca de las TIC y de los posibles factores que influyen en la deserción académica.

En el capítulo octavo se exponen los resultados de un estudio de caso sobre la aplicación de las tecnologías emergentes en el aula, en particular en un curso de Matemáticas I. Ambos estudios son de especial importancia, debido a que dan sustento al planteamiento de muchos educadores sobre la revaluación de la educación superior, entendida en la forma como se está transmitiendo el conocimiento, que plantea de paso paradigmas relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje clásico a uno mediado por las TIC, las tecnologías y las pedagogías emergentes.

En el noveno capítulo, se realiza una disertación sobre el carácter de las evaluaciones estandarizadas en el contexto educativo global, planteando la necesidad de cambios circunscritos en modelos pedagógicos y metodológicos emergentes sustentados en tecno-

logías de punta como la inteligencia artificial, el *big data*, la analítica de datos y el *blockchain*, en la que pone en entredicho la viabilidad de las evaluaciones tanto locales como internacionales, y si no se ajustan a los cambios tecnológicos que la educación en sus diferentes niveles y modalidades se ha venido apropiando en los últimos años.

En el capítulo décimo se exponen los resultados relacionados directamente con el uso de las tecnologías emergentes, como es el caso de los mundos virtuales o metaversos. Esta herramienta tecnológica permite ampliar el modelo enseñanza-aprendizaje, basado en el hecho de que el estudiante y el profesor interactúan mediante un avatar sobre un sistema digital, en el que se gestiona o administra una plataforma virtual sobre la cual se implementan modelos de aprendizaje como el híbrido y móvil, y combinarlos con modelos pedagógicos como la clase invertida y colaborativa. Con este recurso tecnológico en mente, se plantean nuevas formas de enseñar, evaluar y monitorear al estudiante de manera personalizada, en las que el uso de las herramientas digitales permite al profesor y al estudiante interactuar de forma síncrona y asíncrona, dando paso con ello al denominado aprendizaje electrónico y aprendizaje híbrido, que permiten la incorporación de otros tipos de aprendizaje como el móvil y ubicuo, entre muchos otros.

En síntesis, el libro presenta tendencias y experiencias en la educación superior, que muestra la viabilidad y los retos al docente en cuanto a incursionar en las TIC, tecnologías y pedagogías emergentes, en la que explícita como implícitamente se le propone asumir un papel dinámico y proactivo en la manera de

enseñar, innovando e investigando hacia una educación inclusiva y participativa, que motive al educando en el uso de la tecnología en su formación de manera activa, colaborativa, racional y autónoma, rompiendo con el estereotipo que la educación superior es única y que solo se aprende en el aula. Estos cambios propuestos se encuentran en consonancia con el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) de la Universidad de Cundinamarca, por lo que queda en manos del educador apropiarse del conocimiento y las experiencias mencionadas en este documento, marcando una diferencia en la formación del educando udecino.

Jairo E. Márquez D.

Introducción

Las TIC en conjunto con las tecnologías emergentes han venido dando un giro a la educación tradicional en la última década, estableciendo nuevos paradigmas en cuanto al papel del estudiante en su formación, pasando a ser crítico, dinámico y reflexivo de esta, y el profesor en asumir un rol de guía y tutor, dirigiendo al educando en el buen camino del saber, en el cual la tecnología entra a formar parte activa del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Las tecnologías emergentes en conjunto con las TIC han venido replanteando la educación en sus diferentes niveles y modalidades, promoviendo nuevas propuestas metodológicas y pedagógicas acordes con los nuevos modelos de aprendizaje. En el informe *Horizon Report 2019*, se plantean tendencias que van a acelerar la adopción de tecnología en la educación con impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje e investigación a corto, mediano y largo plazo. En este sentido, se observa cómo la tecnología muestra cada vez más tener gran influencia en la educación, con impactos graduales para que las nuevas propuestas educativas se asienten y consoliden; ejemplo de ello son: el aprendizaje móvil, las tecnologías analíticas, la realidad mixta, la inteligencia artificial, el *blockchain* y

los asistentes virtuales, solo por mencionar algunos.

Cada una de estas tecnologías implica desafíos por superar, tales como mejorar la conectividad digital que permita cubrir la demanda cada vez más creciente del aprendizaje digital. En consecuencia, se debe pensar en reevaluar la práctica de la enseñanza, lo que lleva a que las instituciones de educación superior centren sus esfuerzos en capacitar a su personal docente, que es un desafío que en apariencia es fácil, pero al llevarlo a la parte operativa se deben superar barreras socioculturales arraigadas, tiempo, costos y recursos, entre otros, que deben ser sorteados si se esperan cambios significativos en un modelo tradicional de educación, que ha demostrado ser incapaz de dar solución a problemas de aprendizaje, rendimiento, deserción, inclusión, equidad, igualdad y calidad.

Con la creciente inclusión de las TIC y las tecnologías emergentes en el proceso enseñanza-aprendizaje, es cada vez más evidente el cambio de actitud del estudiante frente a su formación, en contraparte al profesor que aún en ciertas áreas del saber se aferra a un sistema dogmático que no da cabida a la tecnología en su quehacer académico, sin conocer los beneficios y las bondades que brinda. En consecuencia, se presenta la oportunidad de ahondar sobre algunos de los temas mencionados, mediante una recopilación de aportes de algunos maestros de la Universidad de Cundinamarca, expertos en cuanto a tendencias metodológicas y pedagógicas sustentadas en el uso de recursos TIC y tecnologías emergentes. Con este argumento, la presente publicación muestra el esfuerzo aunado de colaboradores, que exponen su conocimiento, habilidades y experiencias didácticas que

pueden ser útiles en diversos contextos de la enseñanza, el aprendizaje y la investigación en la educación superior.

Los autores consideran la presente obra, un aporte a favor de la educación superior, en la que se persigue exhortar a maestros, alumnos e instituciones a aplicar o profundizar sobre los temas expuestos, a plantear nuevas ideas y propuestas que faciliten la aprehensión y evaluación del conocimiento, máxime cuando la ubicuidad tecnológica ha hecho que la sociedad sea más dependiente de los diversos recursos que tiene a la mano, bien para la comunicación, como para el acceso a contenidos digitales en sus diferentes formatos.

Jairo E. Márquez D.

Un recorrido acerca de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas

Luz J. Castañeda R., Angélica Bravo B., Harvey I. Hernández Y. y Luis A. Hernández H.

Introducción

La forma en la que el ser humano ha evolucionado a lo largo de los años se ha visto marcada en principio por las herramientas que lo rodean, es así como la matemática forja sus bases en la necesidad imperiosa de crear parámetros, símbolos y sistemas con el fin de solucionar problemas asociados a la vida diaria, algunos de los cuales generaron cambios sin precedentes, como el Teorema de Pitágoras propuesto 500 años antes de Cristo, cuya aplicación es ampliamente difundida en la física y geometría; así también, se puede afirmar que la mente y su abstracción fueron fundamentales para tal fin.

La construcción de las pirámides de Egipto, el acueducto romano, con el cálculo de volúmenes y de áreas son evidencia de grandes contribuciones a la humanidad, las cuales sin la matemática no existirían. Es evidente que, junto a la matemática y su constante evolución, la tecnología ha tenido un papel valioso; ejemplo de ello es la creación de la rueda (cuyo autor es anónimo) que hasta el día de hoy se sigue utilizando con tanta frecuencia que no pasa desapercibida en cualquier lugar; el problema de la cuadratura del círculo es una relación evidente entre estas dos potencias que se alimentan mutuamente para generar nuevo conocimiento y desarrollo de dispositivos valiosos para la humanidad y para las futuras generaciones.

Diferentes autores sujetan el estado actual de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a las pruebas internacionales como PISA y TIMSS, entre otras. Se considera que los resultados de las pruebas dicen de la calidad de la enseñanza, de las políticas educativas y hasta de las habilidades de los aprendientes de un país. Sin embargo, al examinar de manera más detenida esta apreciación, se ha de tener en cuenta que los factores que definen la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas involucran aspectos más amplios, como los propósitos para los cuales se aprende matemáticas, las cualidades étnicas y socioeconómicas propias de una población, los aspectos culturales, sociales y políticos.

En el presente capítulo, se pretende relacionar el desarrollo y la evolución del conocimiento matemático acentuado en la manera como se fue transmitiendo a las siguientes generaciones (enseñanza-aprendizaje), resaltando el uso de los recursos que aquí se consi-

deran de tipo tecnológicos independiente de la época, en la medida en que están asociados al nivel de desarrollo que existió en el momento y su impacto en el estado actual.

Nacimiento y crecimiento de la matemática en la historia

Casi tan antigua como lo es la existencia del ser humano moderno (*Homo sapiens*) lo es la existencia de la matemática, poco más de 400 000 años. Inicialmente, le es inherente al ser pensante la necesidad de cuantificar, que en un principio estaba parametrizado por el número de dedos en pies y manos. Luego se utilizarían otros objetos para conteos mayores estableciendo una relación entre cada objeto y el elemento por contar, consolidando lo que más adelante se reconocería como el sistema quinario de numeración, como se evidencia en pictogramas y registros antiguos (Boyer, 2007). Esta capacidad de cuantificación no hubiera podido ser posible sin el desarrollo del lenguaje, como alianza entre la matemática concreta de su natural inicio y el saber abstracto y aplicado que en la actualidad distingue a la matemática moderna, resultado del arduo trabajo durante miles de años. De esa misma forma, las herramientas como la piedra, el fuego y la utilización de metales en la elaboración de armas para la caza generan un cambio en la forma de conceptualizar la realidad. El concepto de tecnología

está intrínsecamente ligado al crecimiento de la sociedad actual, y este se ve reflejado en los aparatos que se compran diariamente y que se han convertido en una necesidad para sus vidas; sin embargo, en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es más sutil y enmarca un importante aporte respecto a cómo se ubica el ser humano en un tiempo específico.

Si bien es cierto que la literatura general suele atribuir el origen de la matemática a la necesidad inherente del ser humano de contar, hay quienes aducen que los sistemas ordenados de numeración fueron antes que el conteo y que guarda una estrecha relación con principios teológicos. Se sabe también que el hombre prehistórico demuestra en sus dibujos y figuras, así como en el diseño de elementos, su ocupación en la congruencia y la simetría que son parte fundamental de la geometría y muy probablemente influenciada también por la teología (Boyer, 2007). Así, indistinto de las causas que lo motivaron, se define que los rudimentos de las matemáticas son el número y la forma (Bell, 2016).

Es de resaltar aquí, que desde el inicio ha ocupado al hombre la necesidad de transmitir sus ideas y sus pensamientos, ya sea a su descendencia o una simple necesidad de exteriorizar, inicialmente realizando dibujos en las cavernas (más adelante a través de medios y lenguajes más sofisticados), para lo cual acudió al uso de pigmentos que se encontraban en abundancia como óxidos de hierro y terrígenos (ABC Ciencia, 2014). Es decir, que la pizarra y la tiza, el tablero y el marcador o la pantalla inteligente y el lápiz óptico tienen su nacimiento en una situación muy natural e intrínseca al intelecto humano, recursos que, por su-

puesto, nos dan ideas sobre las maneras de aprender y enseñar, pero a la vez nos hace meditar sobre qué tanto hemos modificado nuestras estrategias y, sobre todo, nuestros recursos de enseñanza-aprendizaje.

El ser humano empezó a instaurar sociedades debido a la necesidad de supervivencia que, a su vez, le llevó a diseñar elementos de caza y de trabajo. Así, se distinguió su condición animal de su condición humana. Los instrumentos de trabajo cada vez eran de mayor complejidad en su diseño y uso. Surgió entonces la labor de transmitir la experiencia adquirida a las generaciones siguientes. A esto se suma una característica biológica: la habilidad innata de aprender por imitación. Es la estrategia más pura de aprendizaje. “Posteriormente la educación se convierte en una actividad especial del trabajo y de la conciencia del hombre” (Konstantinov y Shabaeva, 1997, p. 6). Los niños y jóvenes acompañaban a los adultos en las labores diarias para aprender. Luego la comunidad se fue organizando, nominando a un líder y efectuando actividades específicas para cada integrante. Así les fue asignado a las personas de más experiencia la educación de sus jóvenes. Es esta la génesis de la escuela.

Por otra parte, de las primeras culturas de las que se tienen registros de un conocimiento estructurado es la egipcia, categorizada en la época prehelénica. Se conoce que en la expedición napoleónica se encontró una tabla de barro conocida como la Piedra de Rosetta, como se observa en la figura 1, que data aproximadamente del año 196 a. C., y contenía escritos en

griego, jeroglífico y demótico, este último usado en literatura y economía propios del Egipto tardío (National Geographic, 2017).

Piedra Rosetta

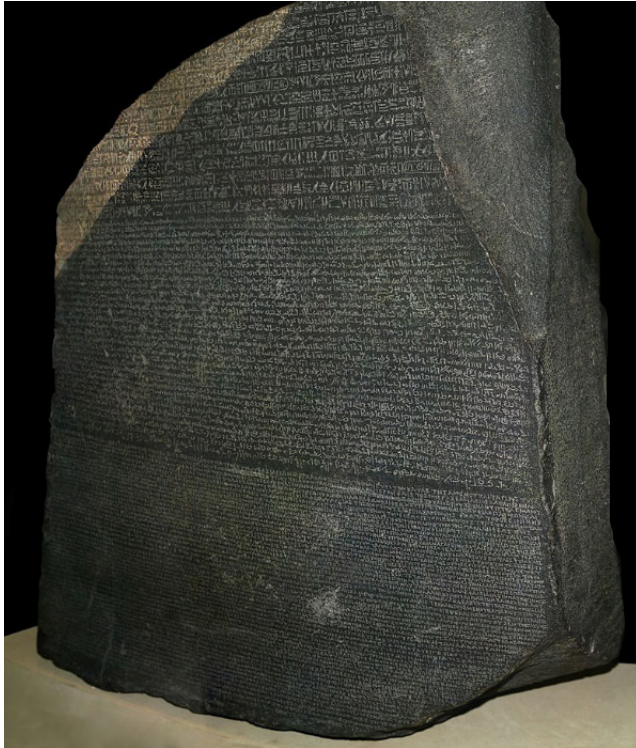


Figura 1. Piedra Rosetta descubierta en 1799, muestra un fragmento del decreto de Ptolomeo V en tres escrituras diferentes que representan el mismo contenido: la primera en jeroglíficos egipcios, la intermedia en escritura demótica y la última en griego antiguo. Gracias a estas escrituras facilitó descifrar los jeroglíficos egipcios.

Fuente: Hans Hillewaert, vía Wikimedia Commons.

Es de considerar que al tener un lenguaje verbal evolucionado asociado a una simbología cuyos inicios datan del 3300 a. C., que les permitía llevar a cabo registros para resolver situaciones de su vida cotidiana, se iba fortaleciendo el desarrollo del pensamiento matemático. Llevaban a cabo operaciones de suma y multiplicación inicialmente, pero además se ocupaban de amplios estudios como afortunadamente resume el papiro de Ahmes (escriba egipcio) – 1650 a. C., que contiene 87 problemas de aritmética, cálculo de áreas y volúmenes, repartos proporcionales, reglas de tres, ecuaciones lineales y trigonometría (Boyer y Pérez, 1986, p. 8). Vale la pena rescatar su interés en la astronomía y se les alude la creación del calendario solar, dado que el Nilo se inundaba cada 365 días.

Los escribas tuvieron un papel noble y altamente importante. Sobre ellos descansaba el funcionamiento y la administración del Estado. Se hace innegable la creación de escuelas interesadas en enseñar a los escribas. En palabras de Konstantinov et al.:

En las escuelas para sacerdotes se enseñaban formas complicadas de jeroglíficos ‘escritura sagrada’, mientras en las escuelas para escribas se enseñaba una forma sencilla de escritura (‘hierática’), la cual poco a poco fue desplazando el uso del jeroglífico. En la enseñanza de la escritura y el cálculo se utilizaban algunos procedimientos que facilitaban su aprendizaje. Por ejemplo, cálculo con piedrecitas de varios colores, procedimientos simples de cómputo, etcétera (1997, p. 6).

Se evidencia entonces, el uso de elementos o recursos didácticos (como se les calificaría en la actualidad) para escribir y hacer cálculos, en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas para la comprensión y aplicación de cálculos. Con respecto a los procesos de escritura no podemos asegurar, salvo rescatar, que sus escritos fueron hechos en figuras de barro y en papiro, que eran usados para las anotaciones reales exclusivamente, debido al costo de producción. Eran obtenidos de una planta acuática llamada *Cyperus papyrus*, técnica que dio origen al actual papel. Usaban también el cálamo, que era una caña con un corte curvado en el extremo para dejar impresos los trazos.

También se encuentra en la región central-sur de Mesopotamia la cultura babilónica, que tuvo un gran auge antes de pasar al Imperio persa, en la que se afirma que es la cuna del sistema de numeración sexagesimal, al igual que se realizaron las primeras afirmaciones acerca de la divisibilidad de números. Por ejemplo, sesenta unidades es divisible en dos, tres, cuatro, cinco, seis, diez, doce, veinte y treinta, teniendo diez opciones para ser subdividida (Boyer, 2007). De igual manera, a los babilonios se les reconoce por el uso de los algoritmos, pilares de la computación.

Es de tener en cuenta que aunque la información encontrada sobre esta cultura es vasta, y en realidad dejaron contenidos poco estructurados. Parece más bien, una cantidad de planteamientos para practicar o ejercicios que los escolares debían resolver. Tanto en la cultura egipcia (2100 a. C.) como babilónica (2000 a. C. – 600 a. C.), se encontró que no hay una real

teorización de las reglas con las que construían y resolvían problemas (Valencia, 2002).

Muchas culturas desarrollaron sistemas de numeración de forma paralela, el intercambio de saberes se realizaba con mayor fuerza en las ciudades puerto, reforzando la importancia de las rutas comerciales marítimas en la economía y la transmisión de saberes, como el conocimiento del cielo y de los ciclos lunares para navegar; así, se han desarrollado nuevas herramientas tecnológicas como los instrumentos de navegación, el intercambio de productos y en sí el concepto de dinero, la moneda como medida de pago, permitió abstraer el valor real de una mercancía.

Posteriormente, en la llamada Era Helénica, comprendida aproximadamente entre 800 a. C. – 800 d. C. empieza el imponente surgimiento una nueva civilización que ha dejado un legado sin precedentes. En la cultura griega, en la construcción de las polis, se evidenció la introducción de esclavos y la división de hombre libre y pensante frente a hombres dedicados exclusivamente al trabajo manual, lo cual permitió indagar sobre intereses metafísicos y de razonamiento existencial, los cuales quedaron plasmados en las ideas de filósofos, matemáticos, físicos y médicos. Amalgama de la “Edad Heroica de las Matemáticas” contó con hombres dedicados al planteamiento y la resolución de problemas matemáticos como a la disciplina misma, de tal significado que hasta nuestros días son rememorados. De la misma forma, la educación en Grecia era de características muy similares a la que tenemos actualmente. Se sabe que muy probablemente los inicios de la educación griega yacen en la escuela sofista, dedicada a la formación intelectual de la aris-

toocracia cuyo principal propósito eran los discursos categóricos (Marrufo y Flores, 2015, pp. 3-4).

Algunas de esas mentes sobresalientes por su dádiva como Tales de Mileto, Pitágoras y Sócrates han influido hasta nuestros días en la manera de aprender y de enseñar. Así, Tales de Mileto fue considerado el primero de los siete sabios, recordado en la historia por la predicción de un eclipse, por el método deductivo usado en geometría, y en su avanzada edad fue tutor de Pitágoras.

Pitágoras de Samos aprendió de Tales y Anaximandro. Sobresale por sus valiosos aportes en matemáticas, filosofía, política, religión, medicina, astronomía y música. Considerado el primer matemático puro y quien acuñó el nombre de filosofía para definir al fundamento de las demás ciencias. Fundó una escuela para enseñar sobre estos saberes, que fue modelo tanto para las universidades presentes, como para las sociedades secretas. Planteó la teoría geocéntrica, se le atribuye el famoso teorema matemático, la idea de la inmortalidad del alma y las escalas musicales (De la Fuente y David, 2011).

Los pitagóricos (como es denominada su escuela para hacerse al honor de ser llamados de esta manera) debían probar su dignidad y disciplina. Veían en su mentor una divinidad. Son distinguidos por difundir la filosofía holística y su proceso de aprendizaje era bastante exigente en la medida en que debían renunciar a placeres como tomar vino, comer carne o comer alimentos de difícil digestión. Sus hábitos debían estar dirigidos hacia el cultivo del intelecto a través del estudio de la filosofía, considerando que el cuerpo era

un templo y que debía alcanzar un nivel de purificación adecuado para la comprensión y el crecimiento del alma (Stanley, 2010). Sus procesos eran memorísticos, de tanteo en aritmética y de carácter inductivo.

Vale la pena enunciar el nivel de exigencia que Pitágoras instituía sobre sus pupilos, en palabras de Marrufo *et al.* (2015, pp. 3-4):

Pitágoras seleccionaba sus discípulos con base en la fisiognómica (la fisiognomía es la ciencia que, a partir de las características somáticas de un individuo, especialmente la cara, intenta deducir sus peculiaridades psíquicas). En su escuela se distinguían cuatro grados:

1 Los acústicos, que tenían acceso a la primera educación de las musas, con mitos, cultos y cantos religiosos, memorización de poesías, instrumentos musicales, danza y gimnasia.

2 Los matemáticos, que estudiaban aritmética, geometría, astrología y música.

3 Los físicos, que eran iniciados en los estudios filosóficos.

4 Los sebásticos, iniciados en la ciencia sagrada o esotérica.

Esto nos da una idea sobre los modelos de enseñanza-aprendizaje sentados en el fortalecimiento de las habilidades de los estudiantes, mediante la especialización en algún tipo de conocimiento específico, como se observa en las universidades modernas, reconociendo así las diferencias. Sin embargo, en un nivel de rigurosidad que pudiera asociarse a la escuela conductista.

Sócrates instaura el Gimnasio, como un edificio concebido por los griegos con fines exclusivamente educativos. Era entendido como el lugar donde el cuerpo se desnudaba para recibir enseñanza sobre filosofía, después de fortalecer el cuerpo a través del ejercicio. Por supuesto, había sido concebido para quienes tenían “el tiempo” para dedicarse a estos menesteres, en general, la aristocracia (Calderón y González, 2006).

En el ideal, “el Gimnasio, de un lugar para practicar ejercicios al desnudo, se convierte en lugar de ejercicios culturales... Las dos series de competiciones, del cuerpo y de la mente, van al mismo paso” (Manacorda, 1987, p. 109). Sócrates instaura la mayéutica como estrategia de enseñanza, basada en la oralidad, en la que se compara la comprensión de las ideas más puras con un parto. Ha sido descrita por algunos autores como “el arte de parir ideas”. Con el periodo helénico se hicieron modificaciones al Gimnasio, al punto de que se convirtió en un espacio de relajación, dedicación al cuerpo y ocio, dejando atrás los espacios para el intelecto y la búsqueda de la verdad.

Platón, autor de los *Diálogos* entre los que sobresale *La República* (ideas en política que aún aplican en toda su extensión), es un sobresaliente discípulo de

Sócrates. Funda la Academia, caracterizada por sus jardines de olivos y afirmada en la dialéctica como estrategia de enseñanza-aprendizaje que se reservó para quienes alcanzaban un nivel superior, aunque en sus inicios aplicaba la mayéutica heredada de su maestro. Mayéutica, dialéctica, simposios y lecciones, posibilidades para la enseñanza de lo superior, todas utilizadas por Platón, lo cual designa que además de ser un filósofo fue un maestro que dotó de sentidos didácticos su propio espacio (Calderón y González, 2006, p. 5).

La oralidad de Sócrates fue sustituida progresivamente por la escritura de diálogos esbozada por la dialéctica de Platón. Considerando que le era oportuno a los comerciantes y a los guerreros aprender sobre logística desde el arte de los números, así como le era impecable a los filósofos la aritmética como un conocimiento abstracto más elevado (Boyer, 2007). Podemos analizar cómo si a Platón le ocupó idear maneras de llevar a sus discípulos a la aprehensión de la verdad, ¿es posible acaso pensarlo, además, como el padre de la didáctica?

Aristóteles, como premonición de una herencia, fue el discípulo sobresaliente de Platón y anduvo en la Academia por cerca de 20 años. La Academia es silenciada por Justiniano I hacia el año 529 d. C. Aristóteles da apertura al Liceo. Algunos autores consideran que su nombre hace alusión al dios Apolo. Fue construido justamente cerca de su santuario en medio del bosque y rodeado de árboles, un espacio que se abría a la discusión y el saber (Calderón y González, 2006). Para Aristóteles, más allá de la oralidad o la escritura como medios plausibles para la adquisición de la verdad, le

era necesario al ser la experimentación. Se considera al Liceo como un recinto dado a la ciencia.

Esta concepción que de fondo conservaba el ideal de la Academia, así mismo buscaba de manera desinteresada y constante el conocer, dejó un poco el interés por la matemática desde el enfoque abstracto y se interesó en la física, la biología, la lógica y la retórica dada su perspectiva empírica. La estrategia de enseñanza de Aristóteles era “la observación sistemática de los pormenores de la experiencia cotidiana y en la multiplicidad de las formas existentes” (Calderón y González, 2006, p. 5). Consideraba que las apreciaciones debían estar sustentadas y no podían ser simplemente resultado de la intuición.

En palabras de Bowen (1979), sus escritos son caracterizados por:

Afianzar sus teorías sobre una base sólida, de ahí que sus escritos llevasen el sello de un estilo académico, con constantes citas de autores anteriores, un análisis de sus argumentos, una crítica de sus errores y, finalmente, la presentación de una nueva teoría basada en una consideración de los fallos anteriores (p. 171).

Esto habla claramente de la descripción de una estrategia, que pudiéramos aludir a la escuela activa y sus condescendientes en la actualidad. También es de resaltar que como heredad de la Academia, se escribían textos que en el Liceo se orientaron hacia dos lí-

neas: las ciencias naturales y las ciencias normativas (Bowen, 1979). Los textos de anatomía de Aristóteles, así como su concepción de la Tierra plana son bastante recordados. A pesar de sus intereses, siempre estuvo al tanto de los avances en matemáticas.

Contó como parte de sus discípulos más consagrados a Alejandro El Grande. La civilización griega suele dividir su historia en dos después de la muerte de Alejandro, seguida un año después por la muerte de Aristóteles, denominando al antes Era Helénica y al después Era Helenística. Surge entonces la “Edad Áurea de la matemática griega” cuando de la mano de Ptolomeo I se construye en Alejandría el Museo (Boyer, 2007), reuniendo a los más ilustres como Euclides, quien sentó las bases de la geometría plana que lleva su nombre en su famoso libro *Elementos* y que aún es estudiada en nuestros claustros educativos.

Se constituye así una estructura axiomática para la matemática, una manera muy precisa y certera para dar orden al conocimiento matemático, lo que le valiera a Euclides un alto reconocimiento en las efemérides de los eruditos y que inspirara todo el trabajo de Hilbert. Esa remembranza está reflejada en Bourbaki, de quien se hablará más adelante. La matemática griega se establecía a lo largo del Mediterráneo cobrando cada vez más adeptos, aun cuando se encontraban políticamente bajo el mando de Roma.

En cuanto a la pedagogía, esta se definió como la transmisión del conocimiento del maestro al estudiante de forma oral; no obstante, lo que realmente transformó y permitió entender esta cultura fue la consignación de estos en el papel, libros y papiros re-

unidos en la legendaria biblioteca de Alejandría, que subsistieron al declive de la cultura romana y que se retomaron en el Renacimiento como base de la matemática moderna. Durante la gloriosa Era Helenística aparece Arquímedes, uno de los más grandes matemáticos e inventores de la época. Sus obras se conservaron en parte. Sus invenciones han sido míticas, motivadas por el hecho de que Siracusa, su lugar de nacimiento y donde vivió, estaba sitiada por los romanos. Famoso por expresiones como “Eureka” y “Dame un punto de apoyo y moveré el mundo”, que básicamente con enunciarlas trae a nuestra mente toda una teoría sobre el funcionamiento de las palancas.

A pesar de sus valiosos aportes a la geometría y en particular a la trigonometría, así como a la mecánica de fluidos y la física mecánica, con elementos tan importantes como las palancas, las poleas, los polipastos y el tornillo sin fin, entre otros tantos, lo que le suscribe además el título de ingeniero, no se encuentran muchos escritos sobre una labor docente de su parte. Su grandeza se debe a su magna habilidad para relacionar la geometría con la mecánica, como se evidencia en su libro *Método*, en el que describe la manera de hallar áreas y volúmenes de figuras, una vez conocido su peso. Varios autores coinciden en que su nivel de erudición le llevaba a un nivel de abstracción tal, que hasta se olvidaba de comer y que muy probablemente ni cuenta se dio de su propia muerte.

Luego de que gracias a Arquímedes, Siracusa resistiera al ataque romano por aproximadamente tres años, finalmente impusieron su poderío. De aquí en adelante, aunque la arquitectura romana sugiere grandes conocimientos en matemática y geometría, ha

sido demostrado que realmente obras de ingeniería como las pirámides en Egipto o el acueducto romano, son trabajos más artesanales. La cultura romana no se preocupaba precisamente por el estudio erudito de las matemáticas, como lo hicieron los griegos, razón por la cual no hay aportes valiosos a la disciplina durante este periodo. Con Arquímedes cerramos la lista de mentores que contribuyeron a la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, aunque muchos no fueron aquí enunciados.

Dos civilizaciones un tanto aisladas de la Mesopotamia antigua, son la china y la hindú, un poco más primitivas que Grecia, pero más jóvenes que el Imperio egipcio. Aunque avanzaron en su conocimiento sobre álgebra y geometría, hemos sido poco influenciados a este lado del mundo por estos. Se debe probablemente a que sus escritos sobre matemáticas fueron quemados por orden del emperador en China hacia el año 213 a. C. Lo que subsistió muy probablemente fue a través de la tradición oral. Se dice que el teorema de Pitágoras fue estipulado también por la civilización china, y además se considera que los cuadrados mágicos son su heredad.

En palabras de Boyer (1986), vale la pena decir que:

En la China antigua existían escuelas para las clases inferiores y superiores. En estas últimas los niños privilegiados aprendían a leer y escribir complicados jeroglíficos, estudiaban filosofía y moral (de carácter religioso), así como las obras de escritores y poetas (p. 8).

En la Mesopotamia antigua, las escuelas estaban diseñadas para jóvenes y adultos, los niños aprendían las labores y algunos conocimientos de sus padres. Con el tiempo empezaron a funcionar las escuelas privadas en Atenas a las que básicamente asistían los niños desde los siete años para aprender inicialmente gramática y música. En la India vale la pena destacar la escuela comunal instituida por y para beneficio de agricultores humildes (Konstantinov y Shabaeva, 1997, p. 6).

Por otra parte, hacia el año 632 d. C. muere Mahoma, quien fuera fuente de inspiración para los habitantes de Arabia Saudita. Procuró la protección al libre culto para los islámicos y los cristianos monoteístas y aunque en esta región predominaban nómadas iletrados, Mahoma les había incitado para atacar al imperio Bizantino que, tras su muerte súbita, no dudaron en continuar sus intenciones y se expandieron imponiendo su dominio, situación que lesionó gravemente el legado griego que reposaba en el museo de Alejandría, donde yacían los manuscritos sobre la matemática más reciente y abundante. Su hegemonía trajo como resultado una pasividad en el estudio de la matemática.

La rueda es considerada el invento más importante del mundo, la cual fue utilizada desde siempre para crear grandes construcciones como las pirámides, los acueductos, los templos y las viviendas de las familias más ricas y adineradas de las diferentes culturas. Las palancas y la fascinación del hombre por la simetría que permite facilitar el transporte de objetos condujeron a los pitagóricos a considerarlo el elemento perfecto, cuya aplicación deriva en la trigonometría y la geometría.

En el Renacimiento, con la caída del Imperio bizantino en Constantinopla en el año 1453, se incentivó que el antiguo legado de la matemática griega fuera dispersado por Europa, en la que puede considerarse que la imprenta inventada por Gutemberg fue un avance tecnológico (cuyo primer libro en reproducir fue la Biblia), que facilitó la multiplicación de manuscritos y obras como *Los elementos*, que aún eran reservadas para los más eruditos, y donde la educación estaba centrada del maestro al aprendiz y estaba configurada dentro del hogar. Las matemáticas del Renacimiento

fueron caracterizadas por su aplicación en amplios campos como la óptica, la cartografía, la mecánica y la contabilidad. Aunque fue un periodo enmarcado por las letras y el arte, y que este último le hubiera valido un amplio estudio de la geometría cuyo campo se limitó a los postulados de Euclides. Hacia 1700 se crearon los centros de educación formal, con el uso de textos y libros, y unos muy importantes elementos: con la pizarra y la tiza, como objetos tecnológicos para impartir conocimiento, nace el concepto de maestro y alumno que por definición establece una relación vertical entre ambos y que permite que algunos niños y jóvenes puedan acceder a los tratados y conocimientos de pensadores griegos, la historia, la filosofía y la teología como base para su desarrollo en la sociedad floreciente.

Con la aplicación de la matemática en diversas especialidades, citando las palabras de Crombie (1996, p. 220) salen a la luz nombres tan sobresalientes como:

Galileo Galilei (1564-1642) y Bonaventura Cavalieri (1598-1647), que vinieron de Italia, pero varios otros, como Henry Briggs, Thomas Harriot y William Oughtred eran ingleses. Dos de ellos: Simon Stevin y Albert Girard eran flamencos; otros vinieron de varios países: John Neper de Escocia, Jobst Bürgi de Suiza y Johann Kepler de Alemania. La mayor parte de Europa Occidental participaba ahora del desarrollo de las matemáticas, pero la figura central y más magnífica en la transición fue un francés: Francois Viète (1540-1603).

Con Viète se vislumbra la cuna de la matemática francesa, que desde entonces ha influenciado la enseñanza-aprendizaje de la matemática, particularmente en Colombia, aun cuando no fue matemático. Sin embargo, antes de entrar en esos detalles, no se quiere dejar pasar por alto al maestro por excelencia: Galileo Galilei.

Galileo, sin desconocer la supremacía de Dios, plantea la imposibilidad de entender el universo que nos rodea si no se aprende su lenguaje matemático que se encuentra circunscrito en él; así, instaurando el método científico y la observación como un elemento indispensable en el desarrollo del conocimiento, el experimento de la torre de Pisa muestra el poder de abstracción que permitía descartar elementos que fueran puramente comunes. Nuevamente, la imprenta se vuelve un importante elemento de posterior divulgación de las ideas de Galilei.

Cabe señalar que esta revolución científica en principio no estuvo dirigida a matematizar la ciencia. Por el contrario, fue un recurso necesario en la generación de conocimiento y explicación del entorno (Mesa y Villa, 2011).

Kline y Alonso (1999) señalan que para comprender el espíritu de las matemáticas en la época vigente, se hace necesario entender el pensamiento de Descartes y Galileo. Descartes en sus diversos tratados afirmaba que la particularidad de las ciencias es las matemáticas, idea que compartía Galileo. Sin embargo, para Galileo la comprensión de la naturaleza subyace en la experimentación, asentada esta concepción en los principios aristotélicos, de tal forma que la activi-

dad empírica lleve a obtener expresiones matemáticas que expliquen el experimento.

Un aspecto de Galileo en cuanto a la forma de interpretar la naturaleza, es que basa sus observaciones a través del planteamiento de experimentos cuantificables, lo que permite dar respuesta total o parcial sobre determinados fenómenos estudiados, explorando cómo ocurre un fenómeno y no por qué ocurren. Según Mesa y Villa (2011), Bassanezi afirma que “la modelación matemática es una abstracción de la realidad”. Ante ello, Galileo es su mejor exponente ya que al emplear su método experimental, facilitó predecir, validar y generalizar la realidad, dando paso a formular el método científico.

Este método en la actualidad no ha perdido su validez ya que se aprovecha en el aula de clase con el objetivo de facilitar la interpretación de los principios básicos sobre los cuales se rigen las ciencias. En esta perspectiva, el conocimiento matemático se requiere si se desea comprender el universo, en la que se busca dinamizar el proceso de aprehensión en el estudiante, cobrando sentido el diseño de los contenidos que se orientan desde las diferentes áreas de matemáticas. Para Mercat C., director del Instituto de Investigación en Educación Matemática de INSA de Lyon, es particular una característica de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Latinoamérica que, a diferencia de la abstracción que caracteriza a la enseñanza de la matemática francesa, tiende a ser estudiada desde sus aplicaciones.

Aun cuando para la fecha no existían organizaciones de matemáticos puros, sí había grupos dedicados a

su estudio. René Descartes (1596-1650), Pierre Fermat (1601-1665), Joseph Louis Lagrange (1736-1813) y Agustín Louis Cauchy (1789-1857) son algunos de los exponentes de la época, entre otros franceses. Descartes encuentra en la matemática la oportunidad para hallar la verdad porque en ese momento ya se la concibe como una ciencia sobre la que se puede demostrar la validez de sus postulados.

Descartes alude esta característica no a la ciencia, sino al método usado por los matemáticos y propone extender esta cualidad a la razón, con respecto a la que debía existir la oportunidad de llegar a la sabiduría mediante un método preciso y debía ser la filosofía la ciencia responsable de dictaminar las reglas, sobre lo que discute ampliamente en su *Discurso del método*. Nos deja como herencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la matemática, el método deductivo reflejado en el hecho de que las leyes de la naturaleza son generalizables.

Fermat, aunque no era matemático de profesión ya que había estudiado derecho, dejó valiosos aportes a la geometría analítica, en la que se le considera el padre del cálculo infinitesimal, coautor con Blaise Pascal de la Teoría de la Probabilidad. El último teorema de Fermat, planteado en 1637, fue motivo de perplejidad para los matemáticos del siglo XX. No fue demostrado sino hasta 1995 por Andrew Wiles (Sánchez, 2015), con tanta rigurosidad que usó conceptos matemáticos que aún no eran conocidos en la época de Fermat. Por ejemplo, Wiles utilizó curvas elípticas, esquemas de grupos, el álgebra de Hecke, la teoría de Iwasawa, teorías de Von Neumann-Bernays-Gödel y Zermelo-Fraenkel, y otras herramientas matemáticas

complejas (Porras, 2013).

El teorema plantea que si n es un número entero mayor o igual que 3, entonces no existen números enteros positivos x , y , z , tales que se cumpla la igualdad:

$$x^n + y^n = z^n$$

Cabe señalar que Fermat demostró la igualdad para $n = 4$ empleando el método de descenso infinito, que se considera como una variante del método de reducción al absurdo. Otros matemáticos célebres que le precedieron a Fermat en aproximarse a la demostración fueron Euler, Germain, Legendre, Dirichlet y Lame.

Acerca del trabajo de Lagrange y Cauchy, se sabe que Lagrange (amigo del padre de Cauchy) fue físico, matemático y astrónomo italiano, padre del cálculo de variaciones. A través de la fórmula de interpolación de Lagrange contribuyó con el cálculo de diferencias fi-

nitás, planteó la idea de ecuaciones generalizadas de movimiento, dando solución a varios problemas de la dinámica. Cauchy, quien era un matemático francés, basó su visión del cálculo en las cantidades finitas y el concepto de límite, introdujo las funciones holomorfas, los criterios de convergencia de series y las series de potencia. Se debe a Cauchy la demostración formal de los postulados de Newton y Leibniz. Gracias a ello, se dio un nuevo despertar a la matemática del siglo XVIII (Gutiérrez, 2007, p. 87).

Los difíciles problemas matemáticos planteados y resueltos parcialmente por eruditos fueron guardados por años, hacía falta más papel y tiempo para resolverlos, y en los siglos subsiguientes la formalización de la escuela y los centros de educación universitaria fue masificada en todo el mundo, la escuela se instauró como parte de la cultura global de las sociedades más desarrolladas y la verticalidad de la misma mantuvo su auge hasta bien entrado el siglo XX.

La enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y la tecnología establecen una relación estrecha ya que sin la última estas grandes preguntas podrían necesitar más tiempo y autores. Fueron amplios los inventos y desarrollos de conocimiento que precedieron este rango de tiempo, haciendo cada vez más necesaria la aplicación de conceptos matemáticos y de ciencias a la cotidianidad de la vida de los ciudadanos y de los campesinos; el ábaco resultó un elemento importante para realizar cálculos grandes de manera efectiva, sin embargo, fue un matemático del siglo XIX, que no podemos dejar de enunciar: Charles Babbage (1791-1871), de origen británico, reconocido en la historia gracias a que después del ábaco fue Babbage quien

presentó para la época una máquina de cálculo (inspirada en una publicación de Müller, 1786), que le llevó a ser, para muchos, el “padre de la computación”. Su máquina funcionaba a partir del principio de Diferencias Finitas, aunque con ciertas limitaciones. Luego trabajó sobre la máquina analítica que podía resolver las operaciones básicas y raíces cuadradas, usaba tarjetas perforadas que para el momento se empleaban en las máquinas tejedoras (Torres, s. f.). Sería el origen de las calculadoras que hoy, de tipo electrónicas, son ampliamente usadas en el aprendizaje de las matemáticas, modificando de esta manera las didácticas en el aula.

Para el siglo XIX, la educación primaria era impartida en las escuelas europeas de manera gratuita aprovechada en gran proporción por la clase media, con recursos tan valiosos como los libros. También, se contaba con la pizarra y el ábaco para la realización de cálculos. De igual manera, era accesible para la clase baja, pero los niños comúnmente trabajaban para ayudar en la economía familiar, mientras que en la clase alta se contrataban institutrices, maestras privadas, para recibir una formación académica particular y no había para la época profesores especialistas en matemáticas como ahora (Santiago, s. f.).

Otros grandes matemáticos por mencionar son Carl Friedrich Gauss (1777–1855), Georg Cantor (1845–1918), David Hilbert (1862-1943), Bernhard Riemann (1826-1866) y John Von Newman (1903-1957). Gauss, además de haber logrado hallar la demostración del primer Teorema Fundamental del Álgebra, logró consolidar la definición de número complejo, abriendo un nuevo campo de estudio. Cantor, de origen ruso, fue

el creador junto con Dedekind y Frege de la Teoría de Conjuntos, que hasta la actualidad permea los currículos escolares. Se considera que el trabajo de Cantor dio lugar a la teoría de fractales desarrollada por Benoit Mandelbrot.

Hilbert, nacido en Konigsberg, (actualmente Kaliningrado, Rusia) es reconocido como uno de los más célebres matemáticos del siglo XX, su trabajo sobre la axiomatización de la geometría euclidiana mediante el “método axiomático formal”, publicado en los *Fundamentos de Geometría* de Hilbert, es considerado uno de los más grandes trabajos de la matemática moderna, dada la rigurosidad de sus axiomas (Giovannini, 2012) sin la necesidad de usar representaciones gráficas o diagramas geométricos.

En cuanto a Riemann, de origen alemán, dejó como legado el estudio de las funciones de variable compleja, la integral de funciones y geometrías no euclídeas (Márquez, 2018) o geometría diferencial, que fuese el apoyo para la Teoría de la Relatividad (Ferreirós, s. f.). Newman, uno de los matemáticos más brillantes, de origen húngaro-estadounidense, se caracterizó por una inteligencia sobresaliente, un pensamiento rápido y una capacidad de trabajo incansable. Desarrolló estudios en un amplio espectro: matemáticas (lógica, álgebra, topología, análisis de funciones), física cuántica, informática, teoría de juegos y programación matemática, cibernética y robótica que fuera el fundamento de la inteligencia artificial, reflejados en múltiples publicaciones. Fue profesor temporal de la Universidad de Göttingen (Alemania), presidida por Hilbert. Participó en la construcción de la primera bomba atómica, siendo pieza importante del selecto

y reservado grupo de eruditos asignados a esa misión (Almeida, 2000).

Ya en el siglo XX los avances de la tecnología permiten al hombre europeo vivir de una manera confortable, el uso de electricidad, de medios de transporte como el tren de vapor y la imprenta, son determinantes para el desarrollo de nuevos roles y profesiones como formas de vida; los matemáticos y físicos se encargaban de asuntos fundamentales en la ciencia, en la que construían, reformaban y perfilaban, cada vez mejor, las teorías y problemas propios de la época. También, había pensadores arriesgados dispuestos a dejar su tiempo en ideas avanzadas como las computadoras y los viajes fuera de la atmosfera terrestre; la constante es el uso de las matemáticas para aterrizar las ideas y convertirlas en realidad. La estadística, la topología y otras áreas fundamentales en nuestros días muestran sus bases aquí, la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es masificada en los ámbitos educativos y universitarios, la invención de instrumentos como la primera radio en 1890 y el primer TV en 1910 permitieron extender las ideas de los profesores y los pensadores de forma diferente, más visual y auditiva, lo cual permitió no solo llegar a un mayor rango de población, sino tener de primera mano ideas fundamentales de sus propios autores, siendo este un fundamento en la construcción del conocimiento.

No obstante, la matemática del siglo XX más reciente está presidida por Nicolás Bourbaki. “No cabe duda de que su obra *Eléments de Mathématique* ha influido decisivamente en el desarrollo y la evolución de la matemática contemporánea. Lo curioso es que Nicolás Bourbaki no existe” (Bombal, 1988, p. 325).

Emulando el trabajo realizado por Euclides en *Los elementos*, define a través de una serie de tratados (aún en desarrollo), una matemática caracterizada por la axiomatización, los postulados y las estructuras de forma “sistemática y rigurosa”. Sin embargo, los currículos de matemáticas cambiaron radicalmente: teoría de conjuntos, producto cartesiano, grupos, anillos y espacios vectoriales, entre otros (Santiago, s. f.).

La idea de Bourbaki nació de un grupo de matemáticos preocupados por la decadencia de la matemática francesa (cuando antes era hito mundial) después de la Primera Guerra Mundial y, además, inconformes con el referente que tenían para orientar sus cursos de cálculo diferencial. La importancia de su trabajo radica en que sus militantes logran definir los lineamientos de la matemática moderna, y es actualmente el referente para la enseñanza-aprendizaje mundial. En Colombia, los lineamientos curriculares han sido modificados y ajustados tomando esa directriz, ajustados por supuesto a las necesidades propias de formación del estudiante colombiano (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

En la época contemporánea, ha cambiado radicalmente la manera de enseñar y aprender matemáticas, en la esencia misma de acceder al conocimiento. Así, según Santiago (s. f.), es posible distinguir las siguientes etapas en la enseñanza de las matemáticas:

- Las matemáticas en el siglo XIX.
- Las matemáticas en la primera mitad del siglo XX.
- Las matemáticas modernas.
- Las matemáticas en la actualidad.

Como ya se había enunciado, durante el siglo XIX la enseñanza de la matemática fue representada por el uso de la pizarra y el ábaco, durante la primera mitad del siglo XX se impuso la rigurosidad de la matemática formal, caracterizados estos dos periodos por ser procesos centrados más en el educador que en el educando. A partir de aquí, la simbología matemática y de tecnología es más evidente, y los avances de la última repercuten cada vez más en la cotidianidad y la forma de enseñar y aprender; la relación maestro-aprendiz o profesor-alumnos cambia radicalmente, pues con la invención de los VHS y de los audios de autorreproducción se dio un salto en la autonomía y autodidáctica del conocimiento. Si bien, este era limitado y el uso de las enciclopedias era generalizado, el interés particular podía satisfacerse con un poco de esfuerzo. El aula, sin embargo, mantenía su pizarra y tiza, es aquí que el enseñar se vuelve relevante para las instituciones, repercutiendo esto en políticas públicas de estandarización y de teorías de aprendizaje como la conductista, la constructivista y la cooperativista, entre otras. Las matemáticas modernas fueron influenciadas por la creación de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos).

Otro punto fundamental en este rango es la vertiginosa carrera lunar y las dos guerras mundiales, que permitieron realizar avances en todas las áreas del conocimiento científico, con la construcción de la bomba atómica, el desarrollo de códigos de comunicación cifrados, el desarrollo de las primeras computadoras, el uso del microchip y el transistor, y finalmente el nacimiento de la web.

Se inventan pizarrones interactivos, y el computador personal se incluye en las escuelas, la Internet permite la intercomunicación entre diferentes culturas, se generan nuevas formas de comunicación y nuevas formas de enseñanza, es fundamental para la masificación del conocimiento, y la divulgación por medio de blogs de sus propias ideas, una paradoja, siendo esta información del dominio público. La importancia de la web radica en la tecnología detrás, la codificación de miles de palabras en un espacio virtual, al cual se puede acceder de forma fácil, representa un nuevo paradigma en la educación, pues el rol profesor-alumno carece de valor, el profesor se vuelve un docente, mediador entre el conocimiento y el estudiante, cuyo papel es ahora más activo y dinámico, con lo que se inicia una dinamización de las estrategias de enseñanza. Las metodologías de aprendizaje y los estándares se convierten en competencias y se centra la mirada hacia el desarrollo de habilidades orientadas al uso adecuado de tecnología, esta es llamada la era digital, la electrónica, la comunicación y la enseñanza son influenciadas por la web 1.0 y los celulares.

Se reemplazan las enciclopedias por Encarta y se generan nuevas reglas de comunicación en estos medios, el uso de correo electrónico permite simplificar los procesos administrativos, y el uso de bases de datos donde se encuentra la información relevante para la predicción de eventos futuros económicos, sociales, investigativos, todos mediados por el uso de las matemáticas.

En el siglo XXI la web 2.0, 3.0 y las redes sociales son la constante en la sociedad, la enseñanza debe impregnarse de las tecnologías, ya que las genera-

ciones de niños son más propensos al uso temprano de ellas, los computadores de mayor capacidad para los juegos y para las investigaciones repercute fuertemente en el ámbito educativo, la enseñanza de la matemática como ciencia eje del desarrollo de cualquier país es fundamental siendo este un parámetro medido en pruebas de estandarización y clasificación mundial. Asimismo, los problemas matemáticos que surgieron en el siglo XIX se pueden resolver con el uso de las computadoras, y subyacen nuevos retos matemáticos que requieren mayor capacidad cada día.

La enseñanza se replantea, la web, el desarrollo de *software* enfocado en la enseñanza-aprendizaje de la matemática con Calibry, GeoGebra, calculadoras digitales, y el desarrollo de plataformas educativas digitales como LRN, Claroline, Moodle, Joomla (Sociedad y Tecnología, s. f.), de acceso libre, entre otras, dan cuenta de cómo se ha modificado y se ha de modificar el rol del docente, así como el del estudiante, con estrategias de enseñanza-aprendizaje centradas en el estudiante, permitiendo flexibilidad en cuanto al ritmo de aprendizaje, fortaleciendo el trabajo en equipo, la autonomía y distinguiendo las habilidades individuales. Las tecnologías emergentes como la realidad virtual y la realidad aumentada junto con las pedagogías emergentes se convierten en una base en el proceso cambiante de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y en el engrane perfecto que involucre la revolución educativa del siglo XXI.

Por otra parte, cabe resaltar que actualmente la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, así como el continuo desarrollo de esta ciencia, está altamente influenciada por su integración con otras ciencias,

lo que permite aplicar de manera exitosa modelos de enseñanza como la “matemática contextual” (Trejo y Camarena, 2011). Es de rescatar igualmente que los aportes realizados por matemáticos contemporáneos han llevado a que se otorguen galardones como el Premio Gauss, por parte de la Unión Matemática Internacional, en reconocimiento a las personas que se distinguen por llevar las matemáticas a la práctica, o la Medalla Fields otorgada a nuevos avances en el conocimiento matemático y que sustituye el Premio Nobel (que es entregado a distintas áreas del conocimiento excepto en matemáticas). Existen en la actualidad más de 50 premios que reconocen el trabajo de matemáticos de todo el mundo. Varios de ellos incluyen un reconocimiento económico.

Podemos enunciar en la larga lista de galardonados a Maryam Mirzakhani (1977-2017), matemática iraní, quien fue la primera mujer y hasta ahora la única en recibir la Medalla Fields, en 2014, gracias a “sus importantes aportaciones en el estudio de los espacios del módulo de las superficies de Riemann”. Destacada profesora investigadora en la Universidad de Stanford, e investigadora en el Instituto Clay de Matemáticas (Fundación Universitaria Konrad Lorenz, 2014). Las últimas medallas fueron otorgadas en 2018 a Caucher Birkar (Irán, 1978), Alessio Figalli (Roma, 1984), Peter Scholze (1987) y Akshay Venkatesh (Nueva Delhi, 1981), todos ellos catedráticos dedicados actualmente a la investigación matemática.

La didáctica de las matemáticas que cobra vigencia apenas en el siglo XXI, se puede definir como el arte de enseñar las matemáticas; este arte, antes dado para un reducido círculo afortunado, ahora se ha ge-

neralizado con la industrialización y la masificación del conocimiento. La consolidación de escuelas y universidades es apenas un paso en este propósito; a partir del siglo XVI, se consolida el conocimiento matemático como un recurso importante en la materialización y teorización de los modelos que explican el mundo. La enseñanza y la didáctica han cambiado mucho desde esa época hasta hoy.



Historia de las matemáticas en Colombia

Vale la pena mencionar que en Colombia se empezó a construir el conocimiento matemático mucho antes de ser influenciados por culturas europeas. Al igual que se cuenta en civilizaciones milenarias, los primeros indicios surgen de la necesidad de cuantificar y comercializar (Gómez & Valero, 1995). No se sabe mucho acerca de cómo lo heredaban a las siguientes generaciones. Los registros existen en mayor número, durante la época de la Independencia y en adelante, cuando se empezó a constituir un sistema educativo en Colombia.

Se considera que fue el 13 de marzo de 1762 cuando se da inicio a la historia de las matemáticas en Colombia y particularmente a la enseñanza de las matemáticas como tal, con la inauguración de la Cátedra de Matemáticas en el Colegio Mayor de Nuestra Señora

del Rosario, en la capital, liderada por José Celestino Mutis, que contó con la presencia del virrey Messia de la Zerda, la virreina y la sociedad santafereña. Cuenta la historia que se dio gracias al interés de un grupo de soldados que custodiaban la comitiva del virrey desde Cartagena hasta Santafé, en la que venía José Celestino Mutis (1732-1808), a quien manifestaron su interés por aprender matemáticas, incentivando así la apertura de la Cátedra apoyada por sus alumnos Fernando Vergara y Jorge Tadeo Lozano, este último reconocido por ser un líder independentista. A la muerte de Mutis, el virrey nombró como titular de la Cátedra en propiedad a Francisco José de Caldas (Sánchez, 1999, p. 689).

Hacia el siglo XIX, durante la reorganización de la República, posterior a la independencia, el Libertador y Santander reconocían que era de alta importancia la educación, por lo que desde 1819 fue prioritaria la educación pública. Fue así como en 1826 promueven la primera ley de educación y se establecen un total de seis universidades ubicadas en las principales ciudades de la Gran Colombia. Con ello, se da origen a la necesidad de preparar personas capaces de enseñar matemáticas, que dio lugar a la profesionalización de las matemáticas, y se instauró el *Colegio Militar* que originalmente estuvo ligado a la formación de ingenieros civiles y militares, quienes luego eran los encargados de impartir la cátedra de matemáticas. Fue Lino de Pombo quien tomando como referente el *École Polytechnique* impuso altos estándares, enseñando, junto con Aimé Bergeron, el cálculo de Cauchy (Sánchez & Albis, 2012, pág. 116).

Para la segunda mitad del siglo XIX, las guerras civiles hacen que el *Colegio* sea cerrado, así como las universidades. Uno de los últimos grupos de ingenieros del *Colegio* formó la Escuela de Ingeniería que fuera fundada al mismo tiempo que la Universidad Nacional en 1867. Se creó la Sociedad de Ingenieros en 1887 y difundían sus publicaciones a través de la revista *Los Anales de la Ingeniería*, cuyo primer número se lanzó en agosto de 1888, año en que se creó en la Universidad Nacional, el Instituto de Matemáticas que otorgaría el título de profesor en Ciencias Matemáticas, aunque con la finalización de la Guerra de los Mil Días, se cerraron también la Escuela de Ingeniería y la Universidad Nacional, nuevamente abierta en 1902, desapareciendo el título de profesor.

Dejaron su acentuada huella en la matemática colombiana del siglo XIX ilustres ingenieros como Pombo O'Donnell (1797-1862), Indalecio Liévano (1848-1913), destacado alumno de Pombo y Bergeron y Julio Garavito Armero (1865-1920), el primer ingeniero formado en nuestro país, director del Observatorio Nacional en Bogotá (Sánchez, 1999, p. 689).

Colombia tendría un cambio trascendental en la educación, durante el primer gobierno (1934-1938) de Alfonso López Pumarejo (1886-1959), época en la que el panorama era poco alentador, pues el 50% de la población estudiantil en edad de 10 años era analfabeta y la oferta educativa era muy reducida, por lo que solo el 7% avanzaba más allá del tercer año de escolaridad. Con la Ley 32 de 1936 se garantizaba el ingreso a la educación en igualdad de condiciones para todos los ciudadanos colombianos, sin distinción de raza, clase social o nacimiento ilegítimo.

Para López Pumarejo imperaba la necesidad de formar profesionales en todas las áreas del conocimiento y de altas calidades, por lo que se reformó la Universidad Nacional en sus facultades y empezó a ser dirigida por representantes del gobierno y representantes de los estudiantes y los profesores. Así mismo, garantizar el acceso a la educación primaria requería de docentes en número y calidad, por lo que en 1935 se centralizaron las facultades de educación existentes en la escuela Normal Superior (Helg, 1980).

La Segunda Guerra Mundial y la Guerra Civil Española permitirían que llegaran a nuestro país exiliados europeos que aportaron en gran manera a la divulgación de las matemáticas y las ciencias. Sería la cuna de la matemática moderna en Colombia. Por otra parte, hacia la década del cuarenta se cierra la Normal Superior y se da apertura a la Universidad Pedagógica Femenina en Bogotá y la Universidad Pedagógica para Varones en Tunja (Sánchez & Albis, 2012, pág. 131).

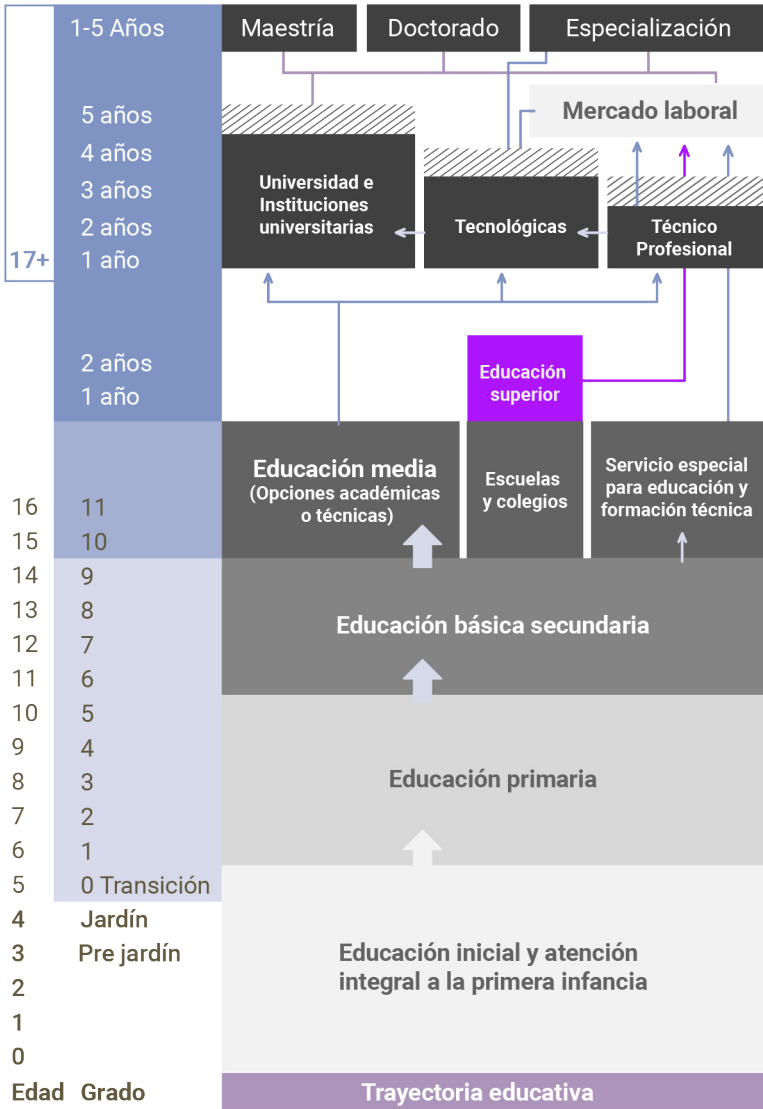
Más adelante, el gobierno colombiano en un esfuerzo por modernizar la educación hacia la década de los ochenta, desde el Ministerio de Educación Nacional que era el encargado de regular el currículo escolar, otorgó con la aparición de la Ley 115 de 1993 autonomía curricular a las instituciones, mientras que la educación seguía y sigue manteniendo esa autonomía desde tiempo atrás. Mediante la “renovación curricular” propuesta, la matemática escolar que venía siendo desarrollada a través de contenidos en un contexto centrado en las categorías abstractas y la lógica, pasó a ser estructurada y enseñada mediante los estándares de competencias que tuvo un impacto directo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, particularmen-

te en lo relacionado a la evaluación, haciéndola parte con la premisa de el estudiante aprende más que el fin último (Murcia y Henao, 2015, p. 24).

Estas directrices han modificado radicalmente la manera de enseñar y aprender matemáticas. En palabras de Arteaga y Macías (2016), los dos modelos de enseñanza que actualmente sobresalen en nuestra educación son el empirismo y el constructivismo. El empirismo, se caracteriza por no contextualizar los saberes. El trabajo del estudiante está basado en la repetición y mecanización de algoritmos, donde saber matemática es estar en capacidad de recordar técnicas y saber fórmulas. Se apoya en una metodología magistral. El constructivismo enfrenta al estudiante a nuevas circunstancias y situaciones problema que dan origen a nuevos conocimientos. Considera que el saber matemático en un conjunto de conceptos que tienen estrecha relación con la realidad. Se espera que el estudiante esté en capacidad de contextualizar los conceptos con su entorno y resuelva situaciones problema.

Nuestro sistema educativo actual se encuentra organizado en cuatro etapas, tal como se muestra en la figura 2 y, mediante la Constitución Política de 1991 y la Ley General de Educación de 1994, garantiza a todo ciudadano colombiano el acceso a la educación como derecho fundamental. Hay un periodo de educación obligatoria de 10 años, entre los 5 y los 15 años de edad.

Figura 2. Estructura del Sistema Educativo en Colombia.
Fuente: Revisión de políticas nacionales de educación, la educación en Colombia, 2016.



- Señala la educación obligatoria
- Señala la educación pos secundaria no universitaria
- Señala la educación superior
- Puede necesitar un año adicional

Colombia debe en este momento liderar un sistema educativo hacia la paz, dada la condición coyuntural que enfrenta el país en materia de paz y reconciliación con los grupos al margen de la ley que se acogen al proceso de paz. Es de vital importancia, desde todas las áreas del conocimiento, incentivar a los educandos la necesidad de un país educado, con procesos consolidados en investigación, ciencia y tecnología, en aras de ser un país vanguardista con capital humano calificado.

Es de resaltar que Colombia ha sido cuna de célebres y destacados matemáticos, por enunciar algunos: Indalecio Liévano (1834-1913), Carlos Albán (1844-1902), Antanas Mockus (1952), Laura Matignon (1952), Bernardo Recamán Santos (1954), José Fernando Escobar (1954-2004), Ignacio Mantilla (1957), Marta Isabel Fandiño (1956), Sergio Fajardo (1956) o Sebastián Hurtado, quien junto a otros matemáticos logró, en menos de lo que imaginaba, resolver la conjetura de Zimmer, uno de los mayores logros matemáticos de los último 30 años (Correa, 2018).

Tendencias

La matemática tiene sus orígenes en épocas tan antiguas como la existencia misma del ser humano, sin embargo la Matemática Educativa tomó fuerza hasta principios del siglo XX, surgió como campo de investigación y de formación profesional en el Cinvestav en 1950, sin dejar de lado que el primer doctorado en Educación Matemática fue otorgado a Rudolf Schimmack en Göttingen en 1911 (Kilpatrick, 2014, pág. 268). Esta “nueva ciencia” es conducente hacia una concienciación y reconocimiento de los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la disciplina, como requisito para un ejercicio más eficaz y satisfactorio.

Como todos los aspectos de nuestra vida, la matemática se ha visto fuertemente influenciada por la tecnología. Como lo visualizó Newman en su momento, la aparición del computador y los sistemas informáticos tendrían un gran impacto en la matemática aplicada y el procesamiento de datos. Hoy es una realidad, el uso de *software* es un facilitador de los procesos de pensamiento, permitiendo el análisis y solución de modelos.

De igual manera, en el aula de clase se puede aprovechar más el tiempo en análisis que en procedimientos con el uso del computador. Más aun cuando se trata de enseñanza, que es un proceso de comunicación que implica que: el emisor exprese su idea, esta llegue al receptor y sea debidamente interpretada. “Se puede afirmar que a cada paradigma de la informática ha estado asociada una versión didáctica que apoye a la docencia en los contenidos más diversos”. (Almeida, Febles, & Bolaños, 1997).

También es cierto que en la actualidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), resultan ser un valioso e indispensable apoyo para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, de nada serviría si no sabemos a qué tipo de público estará dirigido. En otras palabras, si no se sabe adecuar las aulas para los distintos receptores, el proceso de comunicación no se ejecutará correctamente.

En un campo más amplio, los procesos de enseñanza-aprendizaje enmarcados dentro de las tecnologías emergentes pueden llegar a tener un papel muy importante en el aprendizaje de las matemáticas, pero si se utilizan correctamente. Es más, si su uso no es el adecuado, pueden llegar a trazar un camino tortuoso pasando de ser una potente herramienta a una barrera que impida el proceso (Real, 2013).

La matemática en nuestros días caza perfectamente con armonía y perfección, es una de las denominadas ciencias exactas. Los retos que mueven actualmente la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, giran en torno al desinterés que reflejan muchos de

nuestros estudiantes actuales. Si no hay interés, no hay matemáticos que siguen siendo tan relevantes en la solución de problemas contemporáneos como el tratamiento de información (por ejemplo, *Big Data*), resolución de modelos científicos e investigación, entre otros.

Ejemplo de lo que puede llegar a definirse como uso óptimo de la tecnología, así como el enfoque interdisciplinario en la enseñanza de las matemáticas, lo es el modelo de educación STEM (*Science, Technology, Engineering y Mathematics*), de la Fundación Nacional para la Ciencia que surgió en la década de los noventa. Se caracteriza por integrar áreas del conocimiento de tipo disciplinar en la resolución de problemas reales, buscando incentivar en los estudiantes su entusiasmo por la ciencia y la tecnología, respondiendo a los desafíos económicos y habilidades para ajustarse a las necesidades laborales. Busca superar el reto que representa actualmente el desinterés de los estudiantes en general por aprender ciencia (Compartirpalabramaestra.org, 2019).



Conclusiones

Al concluir el presente capítulo, se considera lícito afirmar que no ha habido muchas variantes con respecto a la manera como eruditos han dedicado su vida al apasionante universo de las matemáticas, despojándose aún de sus necesidades humanas más básicas, como en algunos casos, tener una familia o comer a horas adecuadas, transmitiendo sus conocimientos a sus discípulos o estudiantes. Hoy día observamos académicos que siguen ese modelo de vida. Pero gracias a esa dedicación, los gobiernos y los Estados han logrado avances científicos y tecnológicos que los matemáticos primitivos tal vez jamás imaginaron. En lo que sí se coincide con ellos, es que desde el inicio comprendieron que el conocimiento matemático más puro, debe ser obligado para quienes definen las políticas y directrices de una nación, aunque actualmente esa responsabilidad no necesariamente descansa en los entes gubernamentales.

Es importante rescatar que matemáticos de todos los tiempos estuvieron relacionados con la labor docente, utilizando los medios y didácticas disponibles. En la actualidad, gran parte de los matemáticos puros se dedican también a la enseñanza, así como a la investigación.

Al hacer un análisis sobre la manera como las estrategias de enseñanza-aprendizaje se han modificado, en la medida en que se han ideado recursos didácticos, vale la pena reflexionar sobre el hecho de que las dinámicas convencionales estaban centradas en la enseñanza cuyo actor es el docente, mientras que la influencia de las tecnologías emergentes han facilitado en gran manera la aplicación de estrategias centradas en el aprendizaje cuyo actor principal es el estudiante, considerado actualmente como el eje rector del proceso.



Referencias

ABC Ciencia. (14 de 01 de 2014). *El hombre de las cavernas pintaba con los pigmentos que tenía a mano, sin rituales*. <https://www.abc.es/ciencia/20140114/abci-artistas-prehistoricos-emplearon-mismos-201401141332.html>

Almeida, C. S., Febles, R. J., y Bolaños, R. O. (1997). Evolución de la enseñanza asistida por computadoras. *Educación Médica Superior*, 11(1), 31-38.

Almeida, F. (2000). *John von Neumann: un matemático generalista. Las matemáticas del siglo XX, una mirada en 101 artículos*. España (pp. 275-280). Editores: Universidad de La Laguna: Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas: Nivola.

Arriola, E. E. (2017). Lo que nos dio y no nos dio Bourbaki. *Theoria*, Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia, 32(1), 25-40.

Arteaga, M. B., y Macías, S. J. (2016). *Didáctica de las matemáticas en Educación Infantil*. España: UNIR.

Bell, E. T. [Ed.]. (2016), *Historia de la matemática*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.

Bombal, F. (1988). Nicolás Bourbaki: el matemático que nunca existió. *Revista Real Academia de Ciencias de Madrid*, 105(1), 313-323.

Bowen, J. [Ed.]. (1979). *Historia de la Educación Occidental, Tomos I y II*. Barcelona, España: Herder.

Boyer, C. B. [Ed.]. (2007). *Historia de la matemática*. Barcelona, España: Alianza Editorial.

Boyer, C. B., y Pérez, M. M. [Eds.]. (1986). *Historia de la matemática*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Calderón, S. H., y González, A. E. (2012, junio 07). Acerca de dónde enseñaron Sócrates, Platón y Aristóteles o sobre el silencio en los espacios dialogantes. *Universipluridad*, 6(1), 1-7.

Correa, P. (2018, octubre 27). Un colombiano en las grandes ligas de las matemáticas. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/un-colombiano-en-las-grandes-ligas-de-las-matematicas-articulo-820450>

Crombie, A. C. [Ed.]. (1996). *Historia de la ciencia de san Agustín a Galileo I, II*. Madrid, España: Alianza Editorial.

De la Fuente, H., y David, A. [Eds.]. (2011). *Vidas de Pitágoras*. Ottawa, Canadá: Atlanta.

Ferreirós, J. (s. f.). *David Hilbert (1862-1943)*. <https://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/autores/pag/mat/Hilbert-1.asp.htm>

Fundación Universitaria Konrad Lorenz. (2014). *Maryam Mirzakhani, primera mujer en ganar medalla Fields de Matemáticas*. <http://www.konradlorenz.edu.co/es/noticias/noticias-generales-de-la-institucion/1492-en-contexto-maryam-mirzakani-primera-mujer-en-ganar-medalla-fields-de-matematicas.html>

Giovannini, E. (2012). *La concepción axiomática de la geometría de David Hilbert (1891-1905)*. Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Gómez, P., y Valero, P. (1995). *La potenciación del sistema de educación matemática en Colombia. Aportes de "una empresa docente" a la IX CIAEM* (pp. 1-10). Bogotá, Colombia: FUNES.

Gutiérrez, S. (2007). Cauchy: el triunfo del rigor. *SUMA*, 55, 83-89.

Helg, A. (1980). La educación primaria y secundaria durante el primer gobierno de Alfonso

López Pumarejo (1934-1938) (Proyectos y realizaciones). *Revista Colombiana de Educación* (6), 1-23.

Kilpatrick, J. (2014). *History of research in mathematics education, Encyclopedia of mathematics education* (pp. 267-272). London, UK: Springer Reference.

Kline, M., y Alonso, J. (1999). *El pensamiento matemático desde la antigüedad hasta nuestros días*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Konstantinov, N. A., y Shabaeva, M. (1997). *Historia de la pedagogía*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.

Maestra, C. P. [Compartirpalabramaestra.org]. (2019, septiembre). *¿Qué es la Educación STEM?* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=4AFGUA52PjY>

Manacorda, M. A. (1987). *Historia de la Educación I. De la Antigüedad al 1500*. México D.F.: Siglo XXI.

Márquez, D. J. (2018). Fifth postulate of Euclid's and the Non-Euclidean geometries. Implications with the spacetime. *International Journal of Scientific y Engineering Research*, 9(3), 530-542. <http://dx.doi.org/10.14299/ijser.2013.01>

Marrufo, G. M., y Flores, A. P. (2015). *La Educación Griega y sus Principales Representantes*.

Atlante, Cuadernos de Educación y Desarrollo.

Mesa, Y., y Villa, O. J. (2011, junio 30). *Modelación Matemática en la Historia de las Matemáticas. Una mirada al concepto de función.* XIII Conferência Interamericana De Educação Matemática.

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Revisión de políticas nacionales de educación, La educación en Colombia.* París, Francia: OCDE.

Murcia, M. E., y Henao, J. C. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 23-30.

National Geographic. (2017). *Así fue el descubrimiento de la piedra de Rosetta.* https://www.nationalgeographic.com.es/historia/actualidad/la-piedra-de-rosetta-se-descubrio-hace-214-anos_7462/1

Porras, F. J. (2013). Último Teorema de Fermat, una demostración sencilla. *International Journal of Mathematical Science*, 7(10), 51-60.

Real, P. M. (2013). *Las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Materiales para el desarrollo curricular de matemáticas de tercero de ESO por competencias.* Jornada de Innovación Docente. Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, pp. 1-8. https://personal.us.es/suarez/ficheros/tic_matematicas.pdf

Sánchez, A. M. (2015). Apuntes sobre una de las más importantes demostraciones de la historia de las matemáticas. *Anuario del Centro de la Universidad Nacional de Educación a Distancia en Calatayud*, 21, 153-171.

Sánchez, C. H. (1999). Matemáticas en Colombia en el siglo XIX. *Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 22(45), 687-705.

Sánchez, C. H., y Albis, V. (2012). Historia de la enseñanza de las matemáticas en Colombia. De Mutis al siglo XXI. *Revista Quipu*, 14(1), 109-157.

Santiago. (s. f.). *La historia moderna de la enseñanza de las matemáticas*. <https://www.superprof.co/blog/historia-moderna-aprendizaje-mates/>

Serna, D. A. (18 de marzo de 2012). 250 años de las matemáticas en Colombia. *La Crónica del Quindío*. https://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-250_anos_de_las_matematicas_en_colombia-seccion-general-nota-44144.htm

Sociedad y Tecnología. (s. f.). *Plataformas Educativas de Software Libre*. <https://sociedadytecnologiacad2.wordpress.com/tics-educacion/plataformas-educativas/plataformas-educativas-de-software-libre/>

Stanley, T. [Ed.]. (2010). *Pythagoras: His Life and Teaching, a Compendium of Classical Sources*. New York, USA: Ibis Press.

Torres, J. L. (s. f.). *Charles Babbage*. <https://histinf.blogs.upv.es/files/2011/11/babbage.pdf>.

Trejo, E., y Camarena, P. (2011). Las representaciones mentales en la resolución de un problema contextualizado. En Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, *Propuestas para la enseñanza de las matemáticas* (pp. 321-329). México.

Valencia, M. A. [Ed.]. (2002), *Apuntes de Historia de las Matemáticas*. México: Universidad de Sonora, Departamento de Matemáticas.

Velazaman, M. A. y Ausejo, H., Martínez, E. A., y Gimeno, M. A. V. (1993). De Lagrange a Cauchy: el Cálculo Diferencial en las Academias militares en España en el siglo XIX. *Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 16(30), 327-370.

Wiles, A., y Taylor, R. (1995). Modular elliptic curves and Fermat last theorem. *Annals of Mathematics*, 3(141), 443-551. Second series n.º 3.

Enseñanza-aprendizaje y las plataformas virtuales

Luis A. Hernández H., Harvey I. Hernández Y., Luz J. Castañeda R., Angélica Bravo B.

Introducción

Desde los años 70 con la aparición de Internet, esta ha venido evolucionando en su aplicación en la industria, el comercio, la comunicación, la seguridad y la educación, entre otras. La manera de trabajar y entender los procesos ha cambiado, los avances tecnológicos son más rápidos. Actualmente hay ciudades enfocadas a la investigación y producción de nuevas tecnologías como es el caso de Silicon Valley en el estado de California, Estados Unidos, cuyos frutos se dan en el sector productivo con las impresoras 3D, el avance en robótica y su aplicación en automóviles inteligentes que no requieren al hombre para su conducción,

supercomputadoras, materiales autoensamblantes y tecnología para la aplicación astronáutica (Oppenheimer, 2014).

El sector educativo es uno de los que más ha mostrado evolución y cambio en los paradigmas pedagógicos mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación, internet, aplicaciones para el aprendizaje, plataformas y demás tecnologías emergentes. Los estudiantes de la era actual han relacionado sus maneras de aprendizaje con los medios tecnológicos, el uso de WhatsApp, Twitter, Skype y YouTube, entre otros. Estos medios se han convertido en fuente para la comunicación, aprendizaje, socialización y aun para la enseñanza de conceptos.

El reto para los educadores del siglo XXI es relacionar los procesos de enseñanza, con las herramientas TIC y las tecnologías emergentes que puedan pasar de un modelo de transmitir por medio impreso, temporalizado, explicativo presencial y en un lugar específico, a un modelo donde los video tutoriales, aplicaciones web, wikis, MOOC, plataformas digitales educativas, permitan al estudiante realizar el proceso de aprendizaje sin necesidad de estar en un tiempo-espacio común, con diferentes maneras de abordar un concepto para llegar al descubrimiento del mismo.

El estudiante de hoy considera la educación como un producto, el cual es adquirido, consumido y acumulado, valorando la tecnología que apoya el proceso formativo. Por lo anterior puede afirmarse que el estudiante actual prefiere aprender al parecer con un mínimo esfuerzo, mientras que, para los profesores mayores de 40 años, su paradigma de enseñan-

za-aprendizaje, se fundamenta en la repetición de procesos de cálculo y la lectura intensiva. El estudiante de ahora espera que el recurso tecnológico simplifique el proceso de su formación, con aplicaciones que permitan evidenciar la modelación de un proceso y de esta manera pueda fundamentar su conocimiento para apropiarlo y compartirlo (Oblinger *et al.*, 2008).



Enseñanza digital

Con la evolución de la tecnología, el uso del internet y los recursos educativos ofertados por las instituciones de formación, se ha promovido el *E-learning* o educación digital, para que el estudiante pueda adquirir conocimientos de manera virtual, mediante diferentes herramientas de apoyo que promuevan su aprendizaje, participación y producción desde los diferentes dispositivos electrónicos y en tiempos no específicos.

Adicionalmente, los recursos educativos digitales pueden ser utilizados como complemento al proceso de enseñanza-aprendizaje que se hace de manera tradicional, concepto que recibe el nombre de *Blended Learning* o aprendizaje híbrido, en el que los procesos de formación en el aula como el desarrollo de estrategias para la solución de problemas, el aprendizaje colaborativo, la exploración de conceptos y la modelación de procesos matemáticos, se complementan por videos tutoriales, aplicaciones digitales, wikis, evalua-

ciones en línea, foros, entre otros, que se consideran como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje, aprovechando el conocimiento, experiencia y facilidad de la nueva generación de estudiantes con el manejo de la tecnología.

Estándares de la enseñanza digital

Los estándares de la enseñanza digital nos permiten tener un horizonte, referencia o norma para la producción, mantenimiento y mejoramiento de los recursos educativos digitales, de manera que puedan ser utilizados eficientemente en los procesos educativos. Estos estándares se basan en la posibilidad de que un recurso digital sea: interoperable, reutilizable, gestionable, accesible, durable y escalable.

Interoperabilidad: Hace referencia a la posibilidad de trabajar con un sistema de gestión de aprendizaje SGA, en idioma inglés (*Learning Management Systems*, LMS) basándose en otro LMS. Esta característica permite mezclar y tomar contenido de múltiples fuentes, mejorar la capacidad de comunicación y de interacción con diversidad de LMS.

Reusabilidad: El contenido de un LMS puede ser ensamblado, desensamblado y reutilizado, en contextos diferentes a los que fue diseñado originalmente.

Gestionabilidad: Es la posibilidad de hacer un seguimiento al estudiante y al contenido de un LMS.

Accesibilidad: El estudiante puede acceder a la información adecuada en el tiempo que se hace necesario, en un LMS.

Durabilidad: Hace referencia a la evolución de los recursos digitales por medio de los estándares para evitar la obsolescencia de los contenidos de un LMS.

Escalabilidad: Las tecnologías y recursos tecnológicos pueden ser utilizados para poblaciones más grandes a las que se había diseñado originalmente.

Conociendo las características de los LMS, ahora es importante adentrarse en las metodologías y estrategias que se han utilizado para la generación de cursos de aprendizaje en línea, de manera que sean eficaces en la transmisión de conocimiento, motivación del

estudiante y versatilidad en el manejo de la información. Desde hace un par de décadas, se han trabajado algunos estándares para los procesos de enseñanza que se basan en el uso de los ambientes virtuales. A continuación, se mencionan las iniciativas más importantes en la educación digital:

1. **AICC (*Aviation Industry CBT Committee*)**: Este comité fue creado en el año de 1998. Conformado para la enseñanza y entrenamiento de los aviadores. Se destaca por sus recomendaciones en interoperabilidad CMI (Computer - Managed Instruction) que es una especificación de cómo crear contenido que pueda comunicar con mayor número de sistemas LMS.
2. **ADL (*Advanced Distributed Learning*)**: Esta iniciativa fue lanzada en el año 1997 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca. El objetivo del ADL es desarrollar material educativo de alta calidad y de fácil acceso para todos los individuos. ADL ha trabajado con otras instituciones para identificar puntos críticos de la educación en la web, junto con otras iniciativas del IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), IMS (*Internet Media Services*) y AICC (*Aviation Industry CBT Committee*), que desarro-

llan un conjunto de estándares y especificaciones que permiten crear objetos pedagógicos con la capacidad de portabilidad de contenido de aprendizaje, para ser compartido y reutilizado, cuyo nombre es SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*).

Los componentes de la especificación SCORM son: los modelos de agregación de contenidos CAM (*Content Aggregation Model*), un entorno de tiempo de ejecución RTE (*Run-Time Environment*) y la (SN) Secuencia y Navegación. (Instituto de Tecnologías Educativas, 2011).

3. **IMS Global Learning Consortium:** IMS comenzó a existir en 1995, como un proyecto de la Iniciativa de Infraestructura Nacional de Aprendizaje de EDUCAUSE. En 1999, IMS Global se separó de EDUCAUSE para convertirse en una organización independiente sin fines de lucro. Inicialmente su trabajo se enfocó hacia los estándares en la educación superior utilizando la web, pero también ha trascendido a la formación en los niveles corporativos, gubernamentales y colegios (Denominación K-12 en Estados Unidos). El IMS presenta fundamentalmente tres factores diferenciales:

- a) Los estándares de interoperabilidad de IMS ahorran tiempo, reducen costos y mejoran la integración entre sistemas. Esto se debe a que todas las aplicaciones certificadas por IMS utilizan los mismos estándares abiertos para conectarse;
- b) Con IMS puede evolucionar el funcionamiento de las plataformas de enseñanza y de aprendizaje, así como de las herramientas, los recursos y las aplicaciones según las necesidades de las instituciones, los profesores y los estudiantes;
- c) Las organizaciones miembros de IMS (*Blackboard, Educause, eLumen, IBM, Harvard Business for Educators, Intel, Microsoft, McGraw-Hill Education, Moodle, Oracle, University of Michigan, University of Toronto*, entre muchas otras) tienen la oportunidad de unirse a los líderes de tecnologías para la educación de todo el mundo y de ayudar a formar el futuro de estas tecnologías. Entre todos los miembros se crea un ecosistema de tecnología de aprendizaje flexible, innovador y sostenible (e-learn Magazine, 2018).

4. **ARIADNE** (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*): Es un programa de investigación y desarrollo patrocinado por la Unión Europea “Telematics for Education and Training”. Se enfoca en el desarrollo de herramientas y metodologías para producir, manejar y reusar elementos pedagógicos en las nuevas tecnologías.

5. **SCORM**: Es un estándar de facto. El SCORM (*Shareable Content Object Reference Model*) fue desarrollado por la *Advanced Distributed Learning* (ADL). El ADL recopiló lo mejor de las iniciativas, que se resume en los siguientes puntos:
sistema de descripción de cursos en XML de la IMS y el mecanismo de intercambio de información API de la AICC.

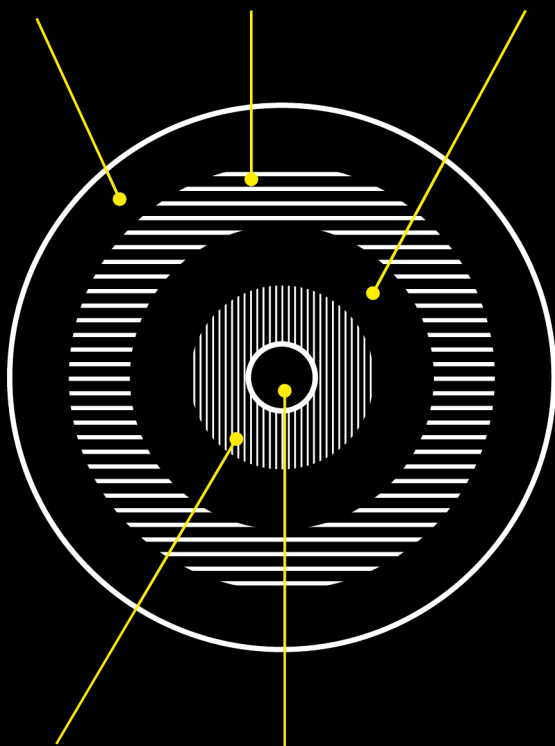


SCORM proporciona un sistema de referencia para que los contenidos puedan ser relacionados entre diferentes sistemas. Las especificaciones de SCORM están organizadas por paquetes o libros separados, cada uno de ellos con una función determinada, tal como se muestra en la figura 1.

Scorm 2004

Libro 1:
Visión
General

Libro 2:
Modelado para
la incorporación
de contenidos



Libro 3:
Entorno de tiempo
de ejecución
del SCORM

Libro 4:
Secuenciación
y navegación
del SCORM

Figura 1. Paquetes o libros de SCORM. Información tomada de los estándares de e-learning, Revista de Ciencia y Tecnología, Universidad de Palermo.

De acuerdo con (Biscay, 2006), los beneficios del SCORM son:

a.

Se puede desarrollar un SCORM para ser utilizado en múltiples sistemas un sinnúmero de veces, lo que reduce costos.

b.

Los contenidos son flexibles, ya que se pueden agregar de acuerdo con la necesidad.

c.

Los paquetes de contenidos SCORM son reutilizables por lo que ahorra tiempo y dinero.

d.

El contenido puede ser utilizado por cualquier LMS que soporte SCORM.

e.

Los contenidos preexistentes pueden ser transformados en SCORM con una herramienta de conversión.

La aplicación de los empaquetamientos de información se convierte en una ventaja al momento de desarrollar cursos en línea, ya que reducen los tiempos de trabajo, los contenidos pueden ser utilizados para diferentes poblaciones y tienen una gran adaptabilidad a las plataformas educativas que se trabajan actualmente.

La figura 2 muestra cómo los contenidos digitales pueden ser organizados y compilados en un SCORM, su almacenamiento comprimido, su uso en los LMS y el beneficio para los usuarios de las plataformas digitales para el aprendizaje.

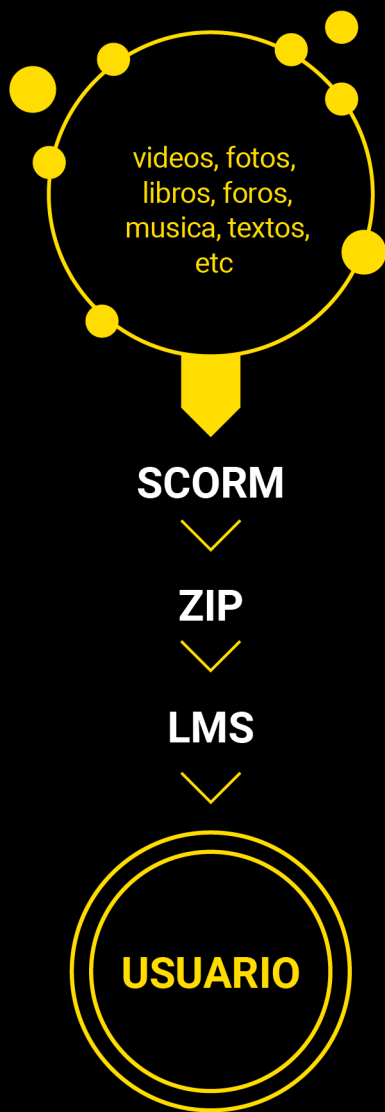


Figura 2. Organización y uso de los SCORM en las plataformas digitales para el aprendizaje. Fuente: autores.



Plataformas de *E-learning*

Una plataforma *E-learning* es un conjunto de servicios interactivos en línea que ofrece a los estudiantes acceso a información, herramientas y recursos que contribuyen al proceso educativo y la administración de cursos por Internet.

A continuación, se enuncian algunas plataformas de *E-learning* y sus principales características:

VLE (Virtual Learning Environment):

Este sistema habitualmente ofrece utilidades como cuestionarios para valorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Mueller y Strohmeier, 2010). Las plataformas VLE permiten:

- a. La gestión de contenidos: creación, almacenamiento y uso de recursos de aprendizaje,
- b. Planificación: programación de las lecciones y evaluaciones,
- c. Administración: seguimiento a los progresos y participación de los estudiantes,

- d. Trabajo colaborativo: uso de chats, correos electrónicos, wikis y blogs, y
- e. Comunicación: audioconferencias y videoconferencias.

Los VLE simulan las actividades presenciales del aula tradicional facilitando los procesos de enseñanza-aprendizaje desde el trabajo colaborativo. Los VLE están enfocados fundamentalmente a los procesos de enseñanza, a diferencia de los LMS que pueden ser utilizados a nivel organizacional para la capacitación de empleados en las organizaciones (Ghirardini, 2014).

CMS (Content Management System):

Es un *software* que permite la creación y administración de una página web. La aplicación de contenidos CMS da la posibilidad al autor de crear, modificar y eliminar contenidos sin necesidad de manejar el lenguaje de programación HTML. Los CMS no están enfocados hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje, son para uso general por parte de los usuarios (Cañellas, 2011). Los CMS más populares del mercado son: WordPress, Squarespace, Magnolia, Weebly, Wix, Bynder, Joomla, Drupal, ExpressionEngine, Textpattern, Contao, Silverstripe, Umbraco, Concrete5 y CushyCMS.

LMS (Learning Management System):

Estas plataformas para el aprendizaje son utilizadas principalmente para la formación, entrenamiento o perfeccionamiento permanente de los empleados en las empresas, con un enfoque instruccional. El fin es

ofrecer al personal una herramienta de perfeccionamiento profesional permanentemente accesible y de bajo costo.

En los inicios de los LMS, estos se orientaron al ámbito empresarial, pero con el tiempo han sido utilizados en los procesos de enseñanza-aprendizaje en colegios y universidades (Fernández y Cesteros, 2015). Las características básicas de un LMS son: interactividad, flexibilidad, escalabilidad, estandarización, usabilidad, funcionalidad y ubicuidad; en la figura 3 se describe cada una.

Las plataformas LSM pueden ser clasificadas conforme a su disponibilidad: LMS comerciales y LMS libres. Los primeros requieren hacer un pago para el licenciamiento y uso. Los segundos están disponibles para todos los usuarios, son desarrollados con el ánimo de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje haciendo uso de los recursos tecnológicos y digitales sin costo alguno. Adicionalmente, algunos LMS se encuentran disponibles en la nube, para que los usuarios puedan alimentarlos, trabajarlos con sus estudiantes y perfeccionarlos, sin ser los administradores del LMS.

LMS

Características

Figura 3.
Características
básicas de
un LMS.



Learning Management System Comerciales:

Los LMS de tipo comercial más comunes son: Blackboard, webCT, OSMedia, Saba, eCollege, Fronter, Sidweb, e-ducativa y Catedr@.

Learning Management System Libres:

En estas clasificaciones encontramos las plataformas: ATutor, Dokeos, Claroline, dotLRN, Moodle, Ganesha, ILIAS y Sakai.

Learning Management System en la nube:

Estas plataformas para el aprendizaje están orientadas hacia los cursos MOOC (Massive Open Online Course), las más comunes son: Udacity, Coursera, Udemy, edX, Ecaths, Wiziq y Edmodo (Clarenc *et al.*, 2013).

Vale la pena mencionar que Google no está categorizado como un LMS, aunque posee múltiples aplicaciones que permiten gestionar el material encaminado a dinamizar el proceso de enseñanza y aprendizaje. De igual manera, se facilita la gestión documental desde el correo electrónico Gmail, el almacenamiento de información en Google Drive, el desarrollo de cursos en línea por medio de la herramienta Classroom, el encuentro sincrónico con los estudiantes y la grabación de las sesiones por medio de Meet, la elaboración de documentos de textos, hojas de cálculo y presentaciones, videos de YouTube, planeación de procesos para la enseñanza desde calendario, la formulación de encuestas y cuestionarios desde la herramienta Forms, entre más aplicaciones que son útiles cuando

se trata de utilizar estrategias pedagógicas digitales para la enseñanza.

En la figura 4 se observa la presentación de las herramientas desde el navegador Google, una vez se ha creado la cuenta.

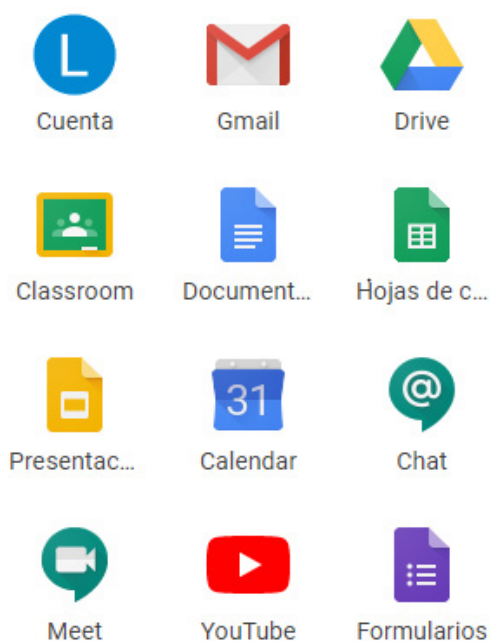


Figura 4. Herramientas de Google.

El conjunto de herramientas digitales que posee Google está disponible de manera gratuita para los usua

rios no empresariales. Para las instituciones educativas se ofrece el paquete G-suit, que permite gestionar desde los correos institucionales (cuentas de trabajo) todas las aplicaciones sincronizadas entre sí, permitiendo su acceso desde el computador personal o un dispositivo móvil, lo que la hace una solución asequible, versátil y de fácil aplicación.

En cuanto a las características de algunas plataformas LMS libres, se resume en las siguientes figuras:

Figura 5.

Características de algunas de las plataformas

LMS libres

Fuente: autores,
con información
tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

5. ATutor es un software diseñado en su totalidad en PHP y un bajo porcentaje en Java.

4. Los estudiantes disponen de un entorno de aprendizaje adaptativo, dinámico y visualmente llamativo.

1. Los desarrolladores de esta plataforma son: Inclusive Design Research Centre y OCAD University.

Los profesores pueden desarrollar de manera rápida los ensambles, empquetamiento y distribución de contenidos educativos para las clases online.

2. Cumple con los estándares internacionales de accesibilidad.

Disponible en:
<https://atutor.github.io/>

Nombre del LSM

Ventajas

2. Es de fácil manejo para personas con pocos conocimientos de estas plataformas.

Presenta detalles en la estética de los fondos, fuentes, etc, para hacer llamativo el curso para los estudiantes.

1. ATutor posee un sistema de correo electrónico propio interno.

Los cursos están orientados al autoaprendizaje.

Su administración es sencilla.

Desventajas

Los foros, actividades, recursos, etc. está separados, lo que hace más dispendioso el seguimiento.

La interfaz en la que crea el profesor es diferente a la del alumno.

3. No se pueden poner tareas offline/online.

4. No cuenta con la posibilidad de crear itinerarios de aprendizaje.

Chamilo

Chamilo

Nombre

<https://campus.chamilo.org/>

Figura 6. Características de algunas de las plataformas LMS libres. Fuente: autores, con información tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

Los contenidos los gestiona mediante lecciones, evaluaciones, asistencia, enlaces, glosario, administración de documentos, avances temáticos, ejercicios entre otros.

La administración del curso se posibilita mediante el manejo de blogs, la configuración y mantenimiento de los cursos, informes y documentos.

Fue desarrollada por los miembros de la comunidad Chamilo y profesionales asociados.

Tiene traducciones abiertas para 55 idiomas.

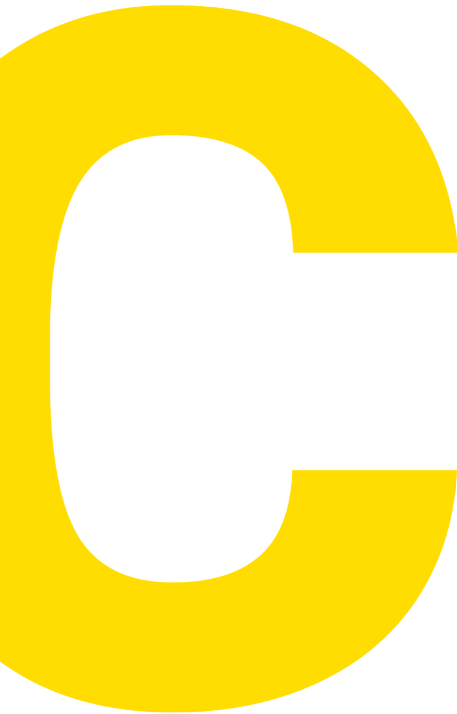
Posee como herramientas de interacción: foros, chats, compartir archivos, anuncios, grupos, tareas, wiki, usuarios, encuestas, notas personales, redes sociales y glosarios.

El proyecto está protegido por una asociación sin fines de lucro.

Es una plataforma de aprendizaje virtual, de código abierto y software libre (bajo la licencia GNU/GPLv3) que les permite a los docentes construir cursos en línea como soporte a la modalidad presencial o netamente virtuales.

Ventajas

1. Es muy fácil de usar tanto por el docente como por los estudiantes.



Chamilo

2. Su presentación evita distracciones para los estudiantes.

3. Es de licencia GNU/GLP (software libre) lo cual da libertad para: usar, modificar, mejorar, distribuir.

4. Trabaja bajo los principios pedagógicos constructivistas.

5. Facilidad para crear contenidos.

6. Soporta multi-idomas.

7. Seguimiento de actividades y usuarios mediante informes gráficos.

8. Maneja la herramienta de videoconferencia.

9. Permite el manejo de actividades tanto sincrónicas como asincrónicas.

10. Genera certificaciones.

11. Presenta interfaces personalizables.

12. Es estructurado y de fácil comprensión.

13. Permite al estudiante trabajar a su propio ritmo.

14. Posee una herramienta para crear y subir audio.

Desventajas

Lleva tiempo instalarlo e implementarlo.

Claroline

Claroline

Nombre

<https://www.claroline.net/>

Figura 7. Características de algunas de las plataformas LMS libres. Fuente: autores, con información tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

1. Inicio en el año 2000 en la Universidad Católica de Lovaina en Bélgica. Presenta tres asociados Belgas: CERD ECAM (Centro de investigación de la Escuela de Ingeniería de Bruselas), LENTIC y IPM (Instituto de Pedagogía Multimedia).
2. Está escrito en el lenguaje de programación PHP, utiliza MySQL como SGBD. Sigue las especificaciones de SCORM e IMS.
3. Está disponible para plataformas (Linux) y navegadores libres (Mozilla, Netscape), y plataformas (Unix, Mac OS X y Windows) y navegadores propietarios (Internet Explorer).

Ventajas

1. Publicación de recursos en cualquier formato de archivo.
2. Foros de discusión públicos y privados.
3. Administración de listas de enlaces.
4. Creación de grupos de estudiantes.
5. Publicación de anuncios vía email o portada del curso.
6. Gestión de los envíos de los estudiantes.



Claroline

-
7. Administración de chats.
 8. No tiene límite de usuarios.
 9. Las tareas de administración son muy sencillas.
 10. La interfaz es funcional, intuitiva y con elementos básicos que facilitan la navegación.

Desventajas

1. Cuenta con pocos módulos y plugins para descargar.
2. Su personalización es un tanto dispendiosa.
3. Los servicios que puede configurar el administrador son muy limitados, con respecto a otras plataformas. Por ejemplo, no se tiene acceso a realizar una copia de seguridad del curso, ni encuestas, entre otros.

Dokeos

Dokeos

Nombre

<https://www.dokeos.com/>

Figura 8. Características de algunas de las plataformas LMS libres. Fuente: autores, con información tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

1. Es una aplicación web gratuita de código abierto y está bajo la Licencia Pública General (GNU GPL).
2. Posee una certificación de la organización por la Open Source Initiative (OSI) y puede ser usado como un sistema de gestión de contenido (CMS) para educación.
3. Es una compañía de origen belga, que además de la distribución de la plataforma, provee hospedaje, soporte y servicios de e-learning.
4. Lecciones SCORM. • Producción de documentos basados en plantillas.
5. Interacción: foros, chats y grupos.
6. Videoconferencia: vía Web.
7. Conversión de presentaciones en PowerPoint e Impress a cursos en SCORM.
8. Presenta herramientas como: Trabajos, Blogs, Agenda, Anuncios, Glosario, Notas personales, Red social, Encuestas, Autenticación vía LDAP y OpenID, Evaluaciones y Reserva de matrícula.

Ventajas

1. Amplia variedad de herramientas.



Dokeos

2. Facilita la creación y organización de contenidos interactivos y ejercicios.

3. Facilidad de uso.

4. El código de Dokeos está disponible para que cualquiera pueda hacer uso del mismo o hacer adaptaciones de acuerdo a sus necesidades.

5. Se destacan las características de usabilidad y confiabilidad.

6. La plataforma soporta varios lenguajes.

7. Alta modularidad y tecnología plug-in.

Desventajas

1. Carece de un menú siempre a la vista, por lo que los usuarios deben volver reiteradamente a la pantalla de inicio.

2. Puede requerir mucho tiempo a los tutores llegar a manejar adecuadamente la amplia variedad de herramientas de la plataforma.

3. No tiene documentación para usuarios y para los administradores está disponible sólo en idioma inglés.

4. No dispone de herramientas de búsqueda.

5. Deben mejorarse las herramientas de creación de contenidos.

LRN

.LRN

Nombre

<http://dotlrn.org/>

Figura 9. Características de algunas de las plataformas LMS libres. Fuente: autores, con información tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

1. Compañía Estadounidense fundada en 1994 por Dov Seidman.
2. LRN cuenta con soporte a diversos estándares como: IMS-CP, IMS-MD, IMS-QTI, IMS-LD, IMS Enterprise, SCORM, obteniendo de esta forma un fácil camino hacia la interoperabilidad de sistemas.
3. Cumple el nivel AA de la WCAG 1.0 (versión en vigor) definida por la Web Accessibility Initiative (WAI) del W3C. También se ha validado con la sección 508 de US.
4. Puede integrar y utilizar características del Web 2.0, permitiendo la utilización de librerías de Ajax en cualquier lugar de la plataforma.
5. Permite la fácil integración de templates a través de la plataforma, esto le da la flexibilidad de utilizar un tema (diseño) distinto en cada uno de los grupos o cursos creados dentro de la aplicación.
6. Estándares internacionales: IMS-MD, IMS-CP, SCORM, IMS-QTI, IMS-LD, IMS Enterprise.
7. Cuenta con las siguientes herramientas: Noticias, Foros, Almacenamiento de documentos, Calendario, Mensajes de correo masivos, Ecommerce (funcionalidad que integra el proceso de inscripción y pagos en línea a cursos dentro de la plataforma), Catálogo de cursos, Contenido y objetos de aprendizaje (imscp/scorm), Lista de staff, User tracking (estadísticas completas de visitas)

de los usuarios a los diferentes módulos dentro del LMS), Cuestionarios, Exámenes, Encuestas, Buzón de tareas, Evaluación, Blogger (posibilidad de tener blogs personales y de clases o comunidades con RSS), Preguntas frecuentes, Chat y Wiki.

Ventajas

1. La plataforma está diseñada y programada con visión de producto de alta escalabilidad.
2. Da la posibilidad de realizar trabajos off line.
3. Posee un espacio personal de trabajo del alumno.

Desventajas

1. La plataforma es una combinación de módulos Open ACS de diferentes desarrolladores y en diferentes fases de desarrollo, por lo que la interfaz resulta heterogénea.
2. Algunos módulos disponen de ayuda sensitiva y otros no.
3. La instalación es compleja al igual que su manual de instalación.
3. Es poco utilizada.
4. Los cursos están organizados en portfolios.
5. Los foros solo pueden añadirse al espacio foro.

Moodle

Moodle

Nombre

<https://moodle.org/?lang=es>

Figura 10. Características de algunas de las plataformas LMS libres. Fuente: autores, con información tomada de Clarenc et al., 2013.

Características

1. Moodle, originalmente es un acrónimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular).
2. Moodle tiene derechos de autor, pero que tiene libertades adicionales. Usted está autorizado a copiar, usar y modificar Moodle siempre que se comprometa a proporcionar la fuente a otros, no modificar o eliminar la licencia original y los derechos de autor.
3. Es compatible con otros formatos (SCORM, IMS, entre otros).
4. Se ejecuta sin modificaciones en Unix, GNU/Linux, OpenSolaris, FreeBSD, Windows, Mac OS X, NetWare y otros sistemas que soportan PHP.
5. Es utilizado por una gran variedad de instituciones educativas y no educativas y por educadores independientes.
6. Se basa en una aproximación constructiva del aprendizaje enfatizando que tanto los estudiantes como los profesores pueden contribuir a la experiencia educativa de varias maneras, ya sea comentando entradas de bases de datos o trabajando colaborativamente en una wiki.
7. Existen alrededor de 20 tipos diferentes de actividades disponibles en Moodle: foros, glosarios, wikis, tareas, quizzes, encuestas,

bases de datos (entre otras) y cada una puede ser adaptada a las necesidades propias de cada curso.

8. Permite combinar las actividades en secuencias y grupos, ayuda al docente a guiar a los participantes.

Ventajas

1. El docente tiene absoluto control sobre los contenidos del curso.

2. Normalmente, se establecen plazos de entrega de actividades y el profesor monitorea el desarrollo.

3. Permite colocar como recurso enunciados de exámenes, y la posibilidad de subir su resultado como archivos adjuntos, con horario de plazo de entrega.

4. Muestra estadísticas sobre el trabajo realizado por los alumnos.

5. Reutilización de los cursos.

6. Posibilidad de crear copia de los cursos, descarga y carga de los cursos.

7. Permite colocar recursos variados para formar una unidad de contenidos: etiquetas, archivos en formato

variable (texto, audio, vídeo, hoja de cálculo).

8. Facilidad de comunicación con sus alumnos y con el resto de profesores del curso.

9. Dispone de varios temas o plantillas que permiten al administrador del sitio personalizar colores y tipos de letra a su gusto o necesidad.

10. Es posible cambiar el modo de edición de profesor a vista del alumno. De esta forma, permite asegurarse que los alumnos vean en la plataforma sólo que deben ver y ocultar el resto.

11. Se encuentra traducido a más de 70 idiomas.

12. Feedback inmediato en muchas actividades, incluida la evaluación. 13. Los alumnos pueden participar en la creación de glosarios, y en todas las lecciones se generan automáticamente enlaces a las palabras incluidas en estos.

Desventajas

1. Hace falta incluir algunas herramientas pedagógicas, como por ejemplo crucigramas y juegos de roles (role playing).

2. Hay desventajas asociadas a la seguridad, dependiendo en dónde se esté alojando la instalación de Moodle.

3. No integra automáticamente el uso de videoconferencias.

4. No tiene la posibilidad de realizar la gestión económica – financiera de alumnos en línea.



Moodle

LCMS (*Learning Content Management System*):

Este tipo de sistemas de gestión de conocimiento para el aprendizaje tiene como característica fundamental la creación de contenido pedagógico en línea, por lo tanto; los desarrolladores y administradores de las plataformas crean contenidos como textos, guías, videotutoriales, aplicaciones, glosarios, juegos, entre otros, como paquetes de contenidos, que pueden ser ensamblados, reutilizados y adaptados de acuerdo con las necesidades de los cursos y de los estudiantes. La finalidad de los LCMS es reducir los esfuerzos en el desarrollo de los cursos digitales y replantear fácilmente los objetivos de un nuevo contenido o curso digital (Ghirardini, 2014).

Boneu (2007) en su artículo “Plataformas abiertas de *e-learning* para el soporte de contenidos abiertos” menciona las etapas de evolución para las plataformas para el *e-learning*. En las dos últimas etapas relaciona el avance que han presentado los LMS para poderse gestionar de una manera más englobante desde los LCMS. La tabla 1 muestra las diferencias más significativas entre estos dos tipos de plataformas:

Tabla 1. Algunas diferencias entre los LMS y los LCMS.
Fuente: Boneu, 2007.

Usuarios a los que va dirigido.	Responsables de los cursos, administradores de formación, profesores o instructores.	Diseñadores de contenidos, diseñadores instruccionales, directores de proyectos.
Proporciona.	Cursos y eventos de capacitación a los estudiantes.	Contenidos para el aprendizaje, soporte y usuarios.
Manejo de clases, formación centrada en el profesor.	Sí (pero no siempre).	No.
Administración.	Cursos, eventos de capacitación y estudiantes.	Contenidos para el aprendizaje, soporte en el cumplimiento y usuarios.
Análisis de competencias-habilidades.	Sí.	Sí (en algunos casos).
Informe del rendimiento de los participantes en el seguimiento de la formación.	Enfoque principal.	Enfoque secundario.

Colaboración entre usuarios.	Sí.	Sí.
Mantiene una base de datos de los usuarios y sus perfiles.	No siempre.	No siempre.
Agenda de eventos.	Sí.	No.
Ofrece análisis de déficits de habilidades / mapas de competencias.	Sí.	No.
Herramientas para la creación de contenidos.	No	Sí.
Organización de contenidos reutilizable.	No siempre.	Sí.

Herramientas para la evaluación integrada para hacer exámenes.	Sí.	Sí.
Herramienta de flujo de trabajo.	No.	Sí.
Comparte datos del estudiante con un sistema ERP (Enterprise Requirement Planning).	Sí.	No.
Evaluación dinámica y aprendizaje adaptativo.	No.	Sí.
Distribución de contenido, control de navegación e interfaz del estudiante.	No.	Sí.

Estrategia pedagógica

Las herramientas tecnológicas por sí mismas no logran la eficacia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que es necesario estructurar las estrategias pedagógicas con el ánimo de motivar, mantener y lograr los objetivos en el proceso formativo. Como antecedentes podemos mencionar algunas ventajas y desventajas del *e-learning*.

Julio Cabero en su artículo “Bases pedagógicas del *e-learning*”, menciona algunas ventajas y desventajas del *e-learning*, las cuales se enuncian a continuación:

Ventajas:

Pone a disposición de los estudiantes un amplio volumen de información.

Facilita la actualización de la información y de los contenidos.

Flexibiliza la información, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio y tiempo por parte del profesor y el estudiante.

El conocimiento no es impartido directamente por el profesor, siempre está disponible para el estudiante.

Fomenta la autonomía en el estudiante.

Propicia una formación *just in time y just for me.*

Ofrece diferentes herramientas de comunicación sincrónica y asincrónica para los estudiantes y profesores.

Utiliza herramientas multimedia para facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Incentiva la formación grupal y el trabajo colaborativo.

Promueve la interactividad con la información, con el profesor y con los estudiantes.

Permite hacer seguimiento de la participación de los estudiantes.

Reduce costos y tiempo por desplazamientos.

Desventajas:

Requiere mayor inversión de tiempo por parte del profesor.

Necesita unas competencias mínimas en manejo de herramientas tecnológicas por parte de los profesores y estudiantes.

Precisa que los estudiantes tengan habilidades para el aprendizaje autónomo.

La calidad en la formación se puede ver lesionada por la baja comunicación entre el profesor y el estudiante.

Actualmente los cursos virtuales presentan una gran tasa de deserción.

Encuentra resistencia al cambio por parte del modelo de educación tradicional.

Impone soledad y ausencia de referencias físicas.

Depende de la conexión a Internet.

Puede presentar problemas de seguridad y además de autenticación por parte del estudiante.

Anderson y Faithi (2004) citan en su libro *Theory and Practice of Online Learning* a Kozma (2001), quien afirma que el aprendizaje virtual o *e-learning* no está dado propiamente por el manejo de la computadora, por el contrario, el éxito en el proceso de enseñanza se da por el diseño de los modelos pedagógicos, las simulaciones de la vida real y la interacción. Hecho que pone en cuestionamiento la estrategia pedagógica que se debe utilizar para que los procesos de aprendizaje sean eficaces, respondiendo a las necesidades

y motivando su permanencia y culminación del curso seguido por el estudiante virtualmente. El aprendizaje en línea debe estar diseñado para el contexto del estudiante, debe presentar una alta interactividad y una alta colaboración en el proceso formativo (Ring y Mathieux, 2002).

Para el diseño de material para el aprendizaje en línea o *e-learning* es necesario apoyarse en teorías de aprendizaje probadas y sólidas. Por lo que se hace necesario utilizar un modelo o teoría que recopile o extraiga lo mejor de las teorías pedagógicas antes y durante la era digital. Las estrategias deben seleccionarse para motivar a los estudiantes, facilitar el procesamiento profundo de la información, desarrollar a la persona integralmente, atender las diferencias individuales, promover el aprendizaje significativo, fomentar la interacción, proporcionar retroalimentación, facilitar el aprendizaje contextual y brindar apoyo durante el proceso.

Las teorías pedagógicas existentes como el conductismo (Thorndike, 1913; Pavlov, 1927; Skinner, 1974), postula que el aprendizaje es un cambio en el comportamiento observable causado por estímulos externos en el entorno; el cognitivismo define el aprendizaje como un proceso interno y sostiene que la cantidad aprendida depende de la capacidad de procesamiento del alumno y la profundidad del procesamiento (Craik y Lockhart, 1972; Craik y Tulving, 1975), y la estructura de conocimiento existente del aprendiz (Ausubel, 1974). El constructivismo afirma que los alumnos interpretan la información y el mundo de acuerdo con su realidad personal, que aprenden por observación, procesamiento e interpretación, y luego personalizan

la información en conocimiento personal (Cooper, 1993; Wilson, 1997) que puede utilizarse como taxonomía para el aprendizaje en el *e-learning* (Ertmer y Newby, 1993). Sin desconocer nuevas teorías pedagógicas enfocadas al aprendizaje en línea, como lo es el conectivismo, que es la integración de principios explorados por el caos, la red, la complejidad y las teorías de autoorganización.

George Siemens (2004) menciona en su libro *Connectivism: Learning Theory for the Digital Age* que debido a la explosión de información en la era actual, el aprendizaje no está bajo el control del alumno, este debe procesar nueva información, es decir, estar en capacidad de desaprender para aprender a aprender de la nueva información la cual puede ser cambiante con la evolución de la ciencia y la tecnología.

Los diferentes modelos pedagógicos presentan una influencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo mediante el uso de los recursos digitales y la virtualidad. La tabla 2, que se relaciona a continuación, menciona las implicaciones de cada uno de los modelos pedagógicos en el aprendizaje en línea:

Conductismo

Tabla 2.

Modelos pedagógicos y su implicación en el aprendizaje en línea.

Fuente: Anderson y Faithi (2004).

1.
Informar a los estudiantes acerca del objetivo que se busca, de manera que el estudiante genere expectativas y juzgue si ha logrado el objetivo propuesto.
2.
Los estudiantes deben ser evaluados para determinar si han logrado los aprendizajes propuestos.
3.
Las pruebas deben integrarse en la secuencia didáctica para cuantificar el nivel de aprendizaje y de rendimiento de cada estudiante.
4.
Los materiales para el aprendizaje en línea deben secuenciarse, de manera que vayan de lo simple a lo complejo o del conocimiento a la aplicación.
5.
Se debe hacer retroalimentación de los procesos evaluativos en línea, de manera que el estudiante conozca sus dificultades, su progreso y pueda implementar acciones para el mejoramiento.

Conduc-tismo



Cognitivismo

Cognitivismo

1.

Las estrategias deben permitir que los estudiantes utilicen su sistema sensorial, de manera que almacenen la información en la memoria de trabajo.

2.

Las estrategias para lograr la máxima sensación pueden ser: la ubicación correcta de la información en la pantalla, los atributos de la pantalla (color, tamaño de la fuente, gráficos, entre otros), la cantidad de información en el tiempo y los modos de entrega (texto, audio, imágenes, videos, aplicaciones, entre otros).

3.

La información relevante para el aprendizaje debe ser enmarcada de manera especial con negrilla, etiquetas especiales, colores, entre otros, de ma-

nera que la información se almacene en la memoria de trabajo.

4.

Es necesario decir al estudiante el porqué de la información para motivar su aprendizaje.

5.

El nivel de dificultad del material debe corresponder con el nivel cognitivo del estudiante, para motivar su aprehensión.

6.

Pueden utilizarse materiales escalonados desde lo sencillo a lo complejo.

7.

Los alumnos deben construir un enlace de memoria entre la nueva información y alguna información relacionada que ya esté almacenada en la memoria a largo plazo.

8.

Se pueden utilizar preguntas previas a la instrucción para establecer expectativas y activar la estructura de conocimiento existente de los alumnos. Las preguntas presentadas antes de la lección facilitan la recuperación del conocimiento existente, ayudan a los alumnos a aprender los materiales y los motivan a encontrar recursos adicionales para lograr el resultado de la lección.

9.

Se sugiere el uso de mapas de información, de manera que no se sature al estudiante.

10.

Al finalizar una lección se le puede sugerir al estudiante que desarrolle un mapa de información acerca de los conceptos trabajados.

11. Se sugiere contextualizar el aprendizaje, de manera que se promueva el procesamiento profundo.

12. Se debe incluir una variedad de estrategias de aprendizaje en la instrucción en línea para adaptarse a las diferencias individuales y los estilos de aprendizaje.

13.

Los estudiantes deben estar motivados para aprender. No importa cuán efectivos sean los materiales en línea, si los estudiantes no están motivados, no aprenderán.

14.

En el aprendizaje en línea es necesario dar la oportunidad a los estudiantes de reflexionar acerca de los que están aprendiendo, colaborar con otros alumnos y verificar su progreso.

15.

Las pruebas de autoevaluación con retroalimentación son buenas herramientas para que cada estudiante verifique sus avances y utilice sus habilidades para ajustar su enfoque de aprendizaje.



Constructivismo

Constructivismo

1.

El aprendizaje debe ser un proceso activo. Mantener a los alumnos activos haciendo actividades significativas resulta en un procesamiento de alto nivel, lo que facilita la creación de un significado personalizado.

2.

Los aprendices deben construir su propio conocimiento, en lugar de aceptar el dado por el instructor. La construcción de conocimiento se facilita mediante una buena instrucción interactiva en línea, ya que los estudiantes tienen que tomar la iniciativa para aprender e interactuar con otros estudiantes y el instructor.

3.

Se debe alentar el aprendizaje colaborativo y cooperativo para facilitar el aprendizaje constructivista.

3.

Se debe alentar el aprendizaje colaborativo y cooperativo para facilitar el aprendizaje constructivista.

4.

Al promover el trabajo en grupo, los estudiantes podrán usar las fortalezas de otros estudiantes para aprender los nuevos conocimientos.

5.

En el aprendizaje en línea, los estudiantes necesitan tiempo para reflexionar e interiorizar la información. Las preguntas integradas sobre el contenido pueden usarse a lo largo de la lección para alentar a los alumnos a reflexionar y procesar la información de manera relevante y significativa.

6.

El aprendizaje debe ser interactivo para promover el aprendizaje de alto nivel y la presencia social para ayudar a desarrollar un significado personal.

7.

Los alumnos reciben los materiales de aprendizaje a través de la tecnología, procesan la información y luego personalizan y contextualizan la información. En el proceso de transformación, los alumnos interactúan con el contenido, con otros alumnos y con instructores para probar, confirmar ideas y aplicar lo que aprenden.

8.

A medida que los alumnos en línea interactúan con el contenido, se les debe animar a aplicar, evaluar, analizar, sintetizar, evaluar y reflexionar sobre lo que aprenden.



Conectivismo

1.

Los alumnos deben poder explorar e investigar información actual. Los aprendices del futuro deben ser autónomos e independientes para que puedan adquirir información actual para construir una base de conocimientos válida y precisa.

2.

El rápido aumento de la información disponible de una variedad de fuentes significa que cierta información no es tan importante o genuina como otra información. Por lo que el estudiante debe poder identificar información importante de información no importante.

3.

Los estudiantes deben tener la capacidad de reconocer qué conocimiento ya no es válido para que puedan adquirir el nuevo conocimiento para una disciplina. Esto requiere que los estudiantes

Co nec tivis mo

se mantengan actualizados en el campo y sean participantes activos en la red de aprendizaje.

4.

Los estudiantes deben poder conectarse con otros estudiantes en todo el mundo para examinar las opiniones y de esta manera compartir el conocimiento.

5.

El planeta está conectado por la tecnología de las telecomunicaciones. Por lo tanto, la información para el aprendizaje no debe tomarse de una fuente, sino que debe reunirse de muchas fuentes para reflejar el mundo en red y la diversidad de pensamiento.

6.

El aprendizaje es cada vez más multidisciplinario. Los estudiantes deben estar expuestos a diferentes campos para que puedan ver las conexiones entre la información en los campos.

7.

El profesor debe ser creativo e innovador para diseñar procesos de enseñanza a partir del manejo de las tecnologías digitales.

La estrategia pedagógica para hacer un proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando las herramientas tecnológicas en línea, se fundamenta en los principios de un sistema de gestión de calidad PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). La figura 11 muestra la estrategia pedagógica fundamentada en un sistema de gestión.

Figura 11. Etapas para estructurar un curso virtual.

Fuente: basada en Ghirardini (2014), *Metodologías de e-learning*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).



Fase de Planeación:

En esta fase se deben considerar las pretensiones del curso virtual por desarrollar, por lo que es fundamental hacer un análisis preliminar de las necesidades y del público al cual va orientado el curso, ya que el grado de conocimiento del grupo objetivo puede definir su dificultad, la definición sí se desarrolla para un grupo empresarial o una población académica de básica primaria, secundaria, media vocacional o universitaria ya que las herramientas didácticas, temas y tareas adjudicadas serán diferentes en cada caso. De no hacerlo así, se podría llegar a la desmotivación por parte del estudiante frente al desarrollo de los contenidos en el curso de aprendizaje en línea (Oblinger et al., 2008).

Otro factor relevante en la planeación del curso es el diseño, en esta etapa es necesario clarificar el objetivo de aprendizaje que se pretende con cada módulo temático con el fin de que el estudiante sepa a dónde debe llegar y pueda evaluar su progreso en el curso (Anderson y Faithi, 2004).

Para el diseño de un curso de aprendizaje en línea, se sugiere incluir las siguientes metodologías pedagógicas:

1. *Métodos expositivos:* Estos obligan a los estudiantes a escuchar, leer y observar. El profesor entrega conocimientos sobre un tema determinado, al que se le pueden incorporar pruebas y ejercicios para evaluar la memorización o comprensión del contenido. Se enfatiza en la transmisión y aprehensión

de nuevo conocimiento. Incluyen: presentaciones, estudios de caso, ejemplos desarrollados y demostraciones.

2. *Métodos de aplicación:* Se enfatiza en procesos activos en los cuales los estudiantes realizan tareas procedimentales para la adquisición de nuevo conocimiento. Incluyen actividades como: método de demostración práctica, material de apoyo para el trabajo, ejercicios basados en casos, juegos de rol, simulaciones, investigación guiada y trabajo en proyectos.
3. *Métodos colaborativos:* En este método los estudiantes trabajan juntos para realizar diversos tipos de actividades, tales como evaluaciones, análisis o para realizar alguna tarea o proyecto. Este método requiere que los alumnos colaboren, se escuchen, discutan y negocien; desarrollan habilidades interpersonales más allá de las habilidades para un determinado dominio y para la resolución de problemas.

Se enfatiza en la dimensión social del aprendizaje y la motivación para compartir conocimiento. Incluyen actividades como: discusión guiada en línea, trabajos colaborativos y actividades de aprendizaje entre pares (Ghirardini, 2014).

En la etapa de planeación es necesario tener en cuenta la estrategia para la entrega de contenidos digitales ya que cada una de las herramientas utilizadas para el aprendizaje presentan unos requerimientos en velocidad de conexión a Internet. Por ejemplo, una videoconferencia requiere como mínimo entre 100 Kbps (kilobites por segundo) a 2 Mbps (megabites por segundo). Adicionalmente, en la estrategia para la entrega de contenidos es necesario tener en cuenta el permitir la descarga de material, para aquellos estudiantes que no están conectados a Internet permanentemente y, por otro lado, utilizar herramientas para el aprendizaje asincrónico como foros de discusión, preguntas frecuentes, tutoriales sobre temas específicos, entre otros.

La estrategia de evaluación se debe contemplar en la etapa de planeación, ya que debe ir de la mano con las unidades temáticas por trabajar y los objetivos pedagógicos. Debe definirse si la evaluación desea medir el progreso de los estudiantes o un aprendizaje concreto. Adicionalmente, se debe contemplar si la evaluación se desarrollara antes de iniciar la unidad temática, como revisión de conocimientos previos, o se hará a mediados del curso para revisar el progreso o al final como chequeo del aprendizaje de la unidad temática.

El desarrollo del curso para el aprendizaje en línea hace parte de la etapa de planeación. El desarrollo contempla la elaboración de contenidos y es necesario asesorarse de un experto en manejo de herramientas informáticas, ya que los recursos pedagógicos que se utilizan en las clases convencionales (sincrónicos) no son igualmente utilizables para los cursos

en línea (asincrónicos).

Los contenidos que se vayan a publicar no deben ser extensos, de manera que agoten y desmotiven al lector, o presentaciones gráficas que no estén acompañadas de sonido (Ring y Mathieux, 2002). Por ejemplo; las presentaciones en PowerPoint que se utilizan en las clases presenciales no son adecuadas para una sesión en línea, ya que no tendrían los comentarios y ejemplos del profesor.

Es necesario aclarar que no todos los contenidos y aplicaciones con fines pedagógicos deben ser creados por el profesor, en Internet hay disponibilidad de recursos que pueden apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los entornos virtuales, ya sean textos, wikis, *podcasts*, videotutoriales, animaciones, aplicaciones, laboratorios virtuales, entre otros.

En la parte del desarrollo, la elaboración del guion gráfico se refiere a la manera como se hará llegar la información al estudiante haciendo uso de las herramientas digitales, para ello es necesario tener en cuenta la estructura estándar de una lección en línea; Gagné (1985) propone la siguiente estructura:

- 1) Lograr la atención del estudiante,
- 2) Informar al estudiante acerca de los objetivos,
- 3) Motivar el uso de conocimientos previos,
- 4) Presentar el material pedagógico,
- 5) Proporcionar la orientación para el aprendizaje,

- 6) Motivar el aprendizaje,
- 7) Proporcionar retroalimentación,
- 8) Evaluar el desempeño del estudiante, y
- 9) Mejorar la retención de los conceptos y su transferencia.

Por lo anterior, el guion gráfico tiene un papel importante en la elaboración de la secuencia didáctica y la motivación del estudiante para el desarrollo de las actividades propuestas a lo largo del curso de aprendizaje en línea. Para que el desarrollo del guion gráfico logre la atención del público para el cual se diseña, es necesario que el profesor se apoye de un profesional en el manejo de entornos gráficos en la web.

Un ejemplo de una estructura típica para una temática o lección se muestra en la figura 12.

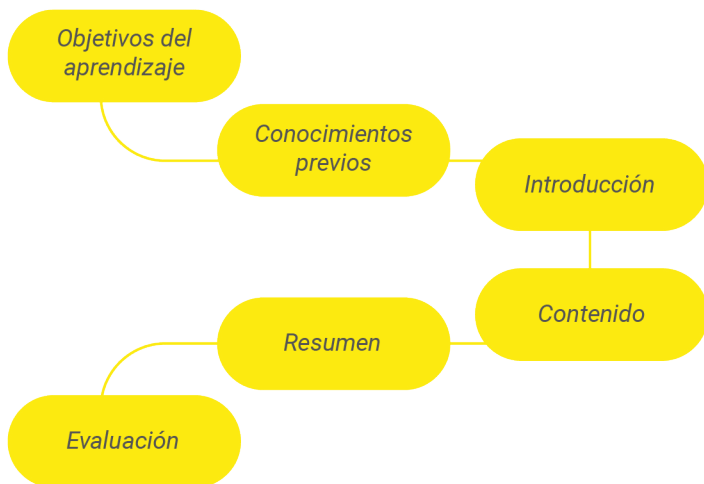


Figura 12. Estructura típica de una lección, basado en Ghirardini (2014).

En el diseño del guion gráfico es usual utilizar herramientas como: narraciones, escenarios, enfoque tipo “caja de herramientas” y el método de demostración práctica. Las narraciones brindan información a partir de un relato realista en el cual se pueden incluir imágenes, secuencias y acciones de personajes. El enfoque basado en escenarios ofrece situaciones en las cuales los estudiantes deben tomar decisiones frente a las problemáticas expuestas. Cuando se utiliza el enfoque tipo “caja de herramientas” se da la opción al estudiante de seleccionar los temas que se consideren más relevantes para su formación. El método de demostración práctica es utilizado para enseñar al estudiante un procedimiento, inicialmente se muestra el cómo se desarrolla y luego el estudiante interactúa con el sistema para demostrar su aprendizaje.

Para el desarrollo de recursos didácticos en un curso de aprendizaje en línea se puede hacer uso de las plataformas gratuitas o pagadas para la gestión de LMS, y usar los paquetes SCORM para integrar información en bloques a los LMS, tal como se mencionó con anterioridad en el presente capítulo.

Etapas de puesta en marcha (hacer):

En esta etapa es fundamental hacer la implementación del curso de aprendizaje en línea, en la cual se entregan los recursos digitales necesarios para el aprendizaje de los estudiantes, incluyendo pruebas de conocimientos previos, introducción al curso haciendo un acercamiento al nuevo conocimiento, el contenido propuesto que incluye diversas actividades para la promoción del aprendizaje, la evaluación de los contenidos para identificar el progreso de los estu-

diantes y la aprehensión de los conceptos, incluyendo su correspondiente retroalimentación y el resumen de cada lección en la cual se identificarán los elementos más relevantes para la memorización de los nuevos conceptos. La implementación arrojará información fundamental para la evaluación del curso de aprendizaje en línea.

Etapas de evaluación (verificar):

En esta etapa se podrá hacer el seguimiento a la percepción de los estudiantes frente al curso de aprendizaje en línea y cada una de las actividades propuestas en las unidades temáticas. Se puede cuantificar el uso y tiempo que invierte el estudiante en cada una de las herramientas digitales de aprendizaje. Adicionalmente, se puede hacer una valoración del progreso y aprendizaje por medio de las actividades evaluativas. La culminación del curso de aprendizaje en línea también se convierte en un indicador de la eficacia y de la empatía de este con el usuario. Por otro lado, se sugiere al final del curso ubicar una encuesta para la valoración cuantitativa y cualitativa del curso de aprendizaje en línea, con el ánimo de hacer las acciones de mejora del curso.

Etapas de mejoramiento (actuar):

En esta etapa se recopila la información de la etapa de evaluación para su análisis. Esta información dará indicios acerca de los puntos críticos que posee el curso de aprendizaje en línea, poniendo en evidencia sus fortalezas y debilidades. Lo anterior permitirá hacer las acciones de mejoramiento en la secuencia didáctica, las actividades, el entorno gráfico, las eva-

luaciones, entre otros. De manera que para su próxima puesta en uso se tenga una segunda versión mejorada.



Conclusiones

Los cursos en línea son una alternativa para apoyar los procesos de enseñanza de los estudiantes que presentan limitaciones físicas, geográficas, temporales, que ven en las tecnologías de la información y comunicación una herramienta para adelantar sus procesos formativos.

La elaboración de cursos para el aprendizaje en línea requiere un esfuerzo adicional por parte de los profesores, cuando se desarrolla el curso por primera vez, el beneficio en los procesos de enseñanza-aprendizaje desde su aplicación y es una inversión en las estrategias para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza sincrónicos y temporales, así como la formación de manera asincrónica y atemporal.

Los LMS (*Learning Management System*): Son herramientas fundamentales para los procesos de enseñanza-aprendizaje, haciendo uso extensivo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), las cuales pueden incluir paquetes de información prediseñados (SCORM) de acuerdo con las necesida-

des de los estudiantes.

Los LCMS (*Learning Content Management System*): Permiten administrar los LMS de manera que se pueda estandarizar los contenidos, conforme a los requerimientos de los estudiantes, por ejemplo, un curso de matemáticas orientado hacia estudiantes de ingeniería y un curso de matemáticas orientado a estudiantes de administración de empresas. A pesar de que son cursos similares, la matemática para ingeniería se orienta más hacia el cálculo, el manejo de derivadas e integrales, mientras que la matemática para administración se orienta más hacia el manejo de funciones aplicadas a modelos económicos.

La estrategia pedagógica tiene un papel importante en la eficacia de los cursos de aprendizaje en línea. Para ello, es necesario conocer las implicaciones de los modelos pedagógicos en los ambientes virtuales, de manera que se potencialice su aplicación.

En el diseño de un curso de aprendizaje en línea es necesario tener en cuenta las etapas fundamentadas en la gestión de la calidad, para garantizar su eficacia en el proceso formativo y poder hacer su mejoramiento continuo cada vez que se dé su uso.

Referencias

Anderson, T. y Faithi, E. (2004). *Theory and Practice of Online Learning*. AU Press, Athabasca University. https://www.researchgate.net/publication/44833801_Theory_and_Practice_of_Online_Learning

Ausubel, D. P. (1974). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart y Winston.

Biscay, E. (2006). Los estándares de e-learning. *Revista de Ciencia y Tecnología*, Universidad de Palermo, 49-74. <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT5/CYT506.pdf>

Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de *e-learning* para el soporte de contenidos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento*, 4(1), 36-47.

Cabero, J. (2006). Bases Pedagógicas del *e-learning*. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(1), 1-11.

Cañellas, A. (2011). CMS, LMS y LCMS. Definición y Diferencias. *Comunicación y Pedagogía*, (251-252). Barcelona, 16-17. <https://www.centrocp.com/wp-content/uploads/muestra/comunicacion-y-pedagogia-251-252.pdf>

Clarenc, C. A., Castro, S. M., López, C., Moreno, M. E. y Tosco, N. B. (2013). *Analizamos 19 plataformas e-learning*. Investigación Colaborativa sobre LMS. Congreso Virtual Mundial de *e-learning*. <http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>

E-learning Magazine. (2018). *IMS Global Learning Consortium: leader in Platforms*. Blackboard Company. <https://elearnmagazine.com/ims-lider-plataformas/?lang=es>

Ertmer, P. A., y Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 50-70.

Fernández, A. y Cesteros, P. (2015). *Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet*. Universidad Complutense de Madrid. https://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf

Gagné, R. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. New York, USA: Holt,

Rinehart and Winston.

Ghirardini, B. (2014). *Metodologías de e-learning*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. http://www.fao.org/elearning/Sites/ELC/Docs/FAO_elearning_guide_es.pdf

Instituto de Tecnologías Educativas. (2011). *Uso de Estándares Aplicados a TIC en educación*. Ministerio de Educación. Gobierno de España. Serie Informes 16. <http://doi.org/10.4438/978-84-369-5078-6>.

Kozma, R. B. (2001). Counterpoint theory of 'learning with media'. En R. E. Clark (Ed.), *Learning from media: Arguments, analysis, and evidence* (pp. 137–178). Information Age Publishing Inc.

Oblinger, D., Hooft, M., Greenfield, A., De Freitas, S., Tonkin, E. y Haller, M. (2018). *Emerging Technologies for learning. Becta leading next generation learning. Reseach Report*. http://dera.ioe.ac.uk/1503/7/becta_2008_emergingtechnologies_vol3_report_Redacted.pdf

Oppenheimer, A. (2014). *¡Crear o morir! La esperanza de Latinoamérica y las cinco claves de la innovación*. https://www.pqs.pe/sites/default/files/2016/08/aprende-mas/crear_o_morir.oppenheimer.pdf

Mueller, D. y Strohmeier, S. (2010). *Design Char-*

acteristics of Virtual Learning Environments: An Expert Study. Wiley Online Library. <http://doi.org/10.1111/j.1468-2419.2010.00353.x>

Siemens, G. (2004). *Connectivism: Learning Theory for the Digital Age*. <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>

Ring, G. y Mathieux, G. (2002, February). *The key components of quality learning*. Paper presented at the ASTD Techknowledge 2002 Conference, Las Vegas.

Metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior



Arles Prieto M.

Introducción

La enseñanza basada en metodologías activas está centrada en la comunicación entre el profesor y los estudiantes, especialmente haciendo uso de las TIC, convirtiendo a los alumnos en los gestores de su propia formación, administrados por el docente. Esta tendencia educativa presenta múltiples ventajas entre las que sobresalen:

- Motivar al alumno para que sea gestor de su propio aprendizaje.

- Permitir la transformación del aprendizaje con métodos actualizados.
- Poder combinar el modelo con otros, tales como: la clase invertida y el aprendizaje mixto, entre otros.
- Promueve la formulación de nuevas propuestas educativas basadas en el uso de las TIC y las tecnologías emergentes.
- Auspicia la generación de nuevo conocimiento y el aprendizaje autónomo.
- Rompe el paradigma de la enseñanza tradicional o clases magistrales, para dar inicio al trabajo en equipo entre el profesor y los alumnos.

El uso de estas metodologías en el contexto de la educación lleva a los estudiantes a prepararse para dar solución a problemas de la vida real, logrando un mayor impacto en ellos al permitirles exponer sus propios puntos de vista y obtener razonamientos más agudos ante ciertas situaciones. Para que las metodologías tengan una mejor aceptación, es necesario revisar algunas técnicas que permiten activar una clase cuando los estudiantes inician a perder el interés por ella o logran distraerse con facilidad. A continuación, se exponen algunas de las principales metodologías tendientes a minimizar este tipo de problemas y sus impactos negativos en la población estudiantil.

Técnicas para activar una clase

Con el fin de aumentar la participación de los alumnos en las aulas de clase y hacer que esta sea dinámica, los docentes pueden hacer uso de diferentes herramientas para llamar la atención de ellos y de esta forma involucrarlos en las diferentes actividades que se desarrollarán; entre las más sobresalientes se tiene:

a) Pensar, debatir y compartir

Basado en la temática que se quiere evaluar, el docente plantea una pregunta sencilla, luego deja un tiempo corto para que cada estudiante presente una solución, posteriormente se organizan en parejas para llegar a un consenso y de esta forma se activa el interés por la clase.

b) Entrevistas en pareja

Con esta técnica cada pareja realiza una entrevista semiestructurada entre ellos, una vez obtenidas las respuestas deben compartir sus expe-

riencias con otra dupla, con el fin de fortalecer las habilidades comunicativas y el discernimiento de los temas de interés. Para que esta técnica tenga los resultados esperados por el profesor, este debe direccionar los roles del entrevistador y el entrevistado, así como socializar los objetivos que se persiguen y, además, quien ejerce la labor de entrevistador debe reforzar las preguntas y no limitarse solo a hacer la lectura.

También, se puede intercambiar los roles para que todos estén en igualdad de condiciones y de esta forma la experiencia sea más equitativa. Una ventaja es que los estudiantes tienen la posibilidad de exponer sus ideas y aumentar la seguridad frente a sus compañeros, convirtiéndose en un ambiente ideal para romper la barrera de la timidez y la inseguridad.

c) **Participación abierta**

Todos los estudiantes pueden participar de forma directa y abierta, generando un ambiente ideal para el debate cuando se encuentren opiniones diferentes, en el cual el rol del docente es preparar los temas con antelación y dar los lineamientos antes de la participación, con ello se persigue que las clases se tornen más dinámicas y parti-

cipativas; una vez terminada la ronda preliminar, quien termina de opinar señala al azar a un compañero para que este continúe con su exposición hasta que todos participen o se llegue conjuntamente a un consenso, propiciando de esta manera una actividad más dinámica.

Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Esta metodología brinda a los alumnos la capacidad de obtener el conocimiento a través de pequeños proyectos que son solución a problemáticas de la vida real, convirtiéndolos en protagonistas de su propio aprendizaje al tener que asumir la responsabilidad de liderar todas las actividades desarrolladas en las aulas de clase y fuera de ellas, mientras que el docente asume una labor de guía y acompañante durante todo el proceso. En este sentido, “aplicar esta metodología involucra al estudiante en un proyecto complejo y significativo mediante el cual desarrolla integralmente sus capacidades, habilidades, actitudes y valores” (Maldonado, 2008, p. 8).

Para una correcta aplicación del método y que este sea exitoso, es necesario realizar unas actividades propias de la planeación, como se ilustra en la figura 1, en la cual se propone seguir una serie de pasos que van concatenados, los cuales permiten de forma or-

denada lograr los objetivos propuestos.

Con esta metodología se plantea una aproximación o premisa del alcance del proyecto, el cual una vez que sea socializado con los alumnos se debe hacer una aproximación de los resultados esperados, para así proyectar un aprendizaje concreto en el cual los estudiantes además de ser los principales gestores de su propio conocimiento, también tienen un papel primordial en su construcción con todos los aportes que hagan, en pro de mejorar las temáticas, pero direccionados por el profesor.



Figura 1. El aprendizaje basado en proyectos.

Para una mejor comprensión del método, a continuación, se explica cada una de las etapas que lo conforman:

- 1. Selección del tema y formulación de la pregunta guía.** El docente debe elegir un tema que sea de interés para los alumnos y esté alineado a las temáticas propuestas en el contenido programático de la asignatura, de tal forma que los lleve a profundizar los conocimientos y los incentive a investigar, para que en el menor tiempo se logren los objetivos trazados y así se obtengan unos resultados satisfactorios producto del trabajo en equipo; para ello, se debe plantear una pregunta abierta que les ayude a identificar el tema de investigación y las estrategias que deben asumir para su solución.
- 2. Conformación de equipos de trabajo.** Una vez realizada la selección del tema, se hace necesario la conformación de los equipos de trabajo, los cuales son los encargados de desarrollar todas las actividades propuestas por el docente para lograr los objetivos finales. Una característica es que estén conformados por tres o cuatro estudiantes y, en lo posible, que estos sean multidisciplinarios para que sus aportes

vayan acordes a sus capacidades individuales.

- 3. Definición del resultado final.** Se establecen los objetivos por lograr en función de las competencias que se quieren desarrollar; es importante que el docente socialice la rúbrica con sus estudiantes antes de iniciar el desarrollo de la sesión para que ellos tengan claridad sobre cómo se les va a evaluar y cuáles van a ser los lineamientos por seguir; con ello se espera que los resultados finales estén acordes a los objetivos propuestos.

- 4. La planeación.** Hacer el plan de trabajo antes de dar inicio a las actividades, lo que permite que estas tengan una mayor posibilidad de éxito a raíz de que se hace claridad sobre los objetivos trazados, así como definir el rol y las responsabilidades asignadas a cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo. También es necesario presentar un cronograma con fechas tentativas y los resultados individuales, entre otros.

- 5. Investigación.** Realizar una investigación profunda sobre los diferentes temas por tratar antes de dar inicio al desarrollo del tema, se convierte en uno de los factores más significativos porque además de conocer el estado del arte, se puede ahorrar tiempo al evitar que se repitan temáticas que hayan sido estudiadas e investigadas por otros autores. Aquí el líder del equipo tiene una gran responsabilidad porque debe tener muy claro los objetivos trazados y velar para que ellos se cumplan a cabalidad, sin perder el horizonte de la investigación. Para ello, se puede apoyar en el docente o en su defecto, en personal externo que conozca del tema y lo pueda orientar. El docente debe persuadir a los alumnos para que busquen información tanto en portales especializados, como en libros, revistas, etc.

- 6. Análisis de resultados.** Toda la información obtenida en la investigación debe ser cuidadosamente seleccionada y compartida con cada uno de los integrantes del equipo, para que conjuntamente se hallen las variables y de allí estructuren los diseños a los que haya lugar, generando deba-

tes y se planteen las hipótesis, entre otros.

- 7. Producto terminado.** Una vez seleccionada la información, se realiza el diseño de lo que será el producto terminado, además, se debe dar respuesta a cada uno de los interrogantes que se generen. Aquí tiene un papel fundamental la creatividad y la innovación.
- 8. Presentación de los resultados.** Cada alumno o equipo de trabajo debe socializar a través de un informe o exposición verbal los resultados obtenidos, con la finalidad de que todos sus compañeros conozcan en detalle sobre qué se investigó y los impactos que esta información tendrá en el proyecto. El docente socializará una plantilla con sus alumnos para que todos los resultados tengan una misma estructura y así se pueda orientar la información hacia un fin común.
- 9. Respuesta a la pregunta inicial.** Una vez que todos hayan hecho la presentación de sus trabajos, se evalúa hasta qué punto los informes son solución a la pregunta inicial

y de allí se toman las lecciones aprendidas y se hacen los correctivos en caso de ser necesario.

- 10. Evaluación.** El profesor debe aplicar la rúbrica que diseñó con antelación para evaluar los trabajos propuestos y persuadir a los alumnos para que se autoevalúen, así como incentivar en cada uno de ellos un pensamiento autocrítico, que los forme para asumir retos de mayor relevancia en su vida futura.

Con los pasos anteriores se hace indispensable la conformación de equipos de trabajo interdisciplinarios porque generan diferentes puntos de vista y hay una variedad de aportes que fortalecen el aprendizaje, además se generan ambientes ideales para el debate en el que se pueden organizar actividades que vayan encaminadas a un mismo objetivo, se fortalece la creatividad, las responsabilidades individuales, el trabajo colaborativo, entre otros. Además de lo anterior, Maldonado sostiene que:

Hay otros aspectos relevantes que se destacan, tales como: permitir la integración legítima entre alumnos incorporando las buenas experiencias educativas; permite la experimentación entre estudiantes acordes a los cambios de la sociedad; ayuda en la búsqueda de identidad de los estudiantes

y permite la combinación de contenidos fundamentales y el desarrollo de destrezas para aumentar la autoestima (2008, p. 10).

Beneficios que proporciona el ABP

Utilizar ABP como estrategia trae varios beneficios para quienes hagan uso de la herramienta porque motiva a los estudiantes a aprender acorde a su ritmo. Esto los vuelve responsables, les aumenta la motivación y el compromiso, llevándolos a obtener logros importantes. Entre los más destacados se tienen los citados por Maldonado (2008), el cual considera los siguientes: preparar a los estudiantes para el puesto de trabajo; aumentar la motivación y la autoestima; generar conexión del aprendizaje entre la escuela y el mundo real; permitir el trabajo colaborativo para construir el conocimiento y aumentar las habilidades comunicativas.

Para el campo de las matemáticas se consolida como una excelente metodología porque fortalece el aprendizaje individual, al permitir que cada equipo de trabajo complemente los saberes acordes a sus fortalezas; de esta forma, a quien se le facilite un tema lo puede compartir con sus compañeros o, en caso contrario, recibir retroalimentación de los demás integrantes del equipo para aclarar las dudas.

Aprendizaje Basado en Problemas (PBL)

Es una de las metodologías activas más populares a raíz que se encuentra en constante crecimiento, permitiéndoles a los estudiantes a que sean los protagonistas de su propio aprendizaje a través del hacer; además, fortalece la formación de personas con capacidad de adaptación y a enfrentar los cambios continuos de una sociedad moderna. Su origen se remonta según un estudio presentado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en la “Escuela de Medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60’s” (2010, p. 6). Esta metodología fue desarrollada con la finalidad de mejorar la calidad de educación médica, realizando cambios en el currículo para que estos fueran más acordes a problemas de la vida real.

Uno de los objetivos que se persiguen con esta metodología es la mejora de la calidad de la educación en el campo de la medicina, basado en problemas de la vida real y no en los lineamientos del maestro, siguiendo un documento plano como el currículum. Actualmente esta metodología es muy utilizada en educación superior y se hizo extensiva a diferentes áreas del conocimiento, con resultados sobresalientes, porque también fortalece en los estudiantes la capaci-

dad de resolver problemas de la vida real aplicando funciones cognitivas.

Con su implementación se beneficia el estudiante porque se fortalece su capacidad creativa, el liderazgo y lo lleva a tener un papel protagónico en su propia formación, preparándolo para asumir retos de orden superior, como trabajos que requieran cierta experticia en la aplicación de la lógica o la toma de decisiones. También, el profesor tiene una gran responsabilidad, especialmente en la preparación de las actividades académicas, el material didáctico de apoyo y la selección de una problemática que lleve a los estudiantes a generar conflictos cognitivos, para que se presenten soluciones acordes a sus capacidades, exhortándolos a investigar para complementar la información.

En el campo de las matemáticas, la metodología tiene una gran connotación porque la asignatura por su misma estructura exige dedicación y tiempo, creando grandes ventajas para quienes hagan uso correcto de ella, tal como se propone a continuación:

Promueve un conocimiento en profundidad; estimula el desarrollo de habilidades personales; el ambiente del aprendizaje es más estimulante; promueve la interacción entre el estudiante y el docente; promueve la colaboración entre distintas disciplinas; promueve una mejor retención del conocimiento y mejora la motivación (Alzate et al., 2013, p. 19).

Con esta nueva estructura, el educador pasa a tener un nuevo rol en el sistema educativo porque deja de ser transmisor de la información para convertirse en

facilitador del aprendizaje, en el cual su labor estará enfocada a ser un guía, facilitador, orientador y moderador de los equipos de trabajo conformados por los alumnos, quienes ahora tendrán un papel protagónico en su autoformación, con unas posturas más activas frente a las dinámicas escolares. De igual manera, se requiere que los docentes tengan ciertas características tales como: una vocación definida, ser investigador y carismático, líder con unos altos conocimientos en la aplicación de funciones cognitivas en sus estudiantes.

La aplicación de esta metodología trae asociadas una serie de ventajas tales como: el desarrollo de capacidades múltiples en los estudiantes, pensamiento crítico, capacidad para construir y gestionar el conocimiento, organizar la información y la capacidad de adaptarse a los cambios, entre otros. También a través de este modelo, se promueve la tolerancia entre compañeros para que aprendan a compartir y trabajar en equipo, buscando estrategias que den solución a las situaciones planteadas.



Aprendizaje Basado en Problemas

Esta metodología fue propuesta por Howard Barrows en la década de los 80, para promover el razonamiento crítico, estimular el autoaprendizaje, el trabajo en equipo, la capacidad de enfrentar y solucionar

problemas, entre otros. En este sentido, Gutiérrez et al. (2012) afirman que los estudiantes creen que el verdadero aprendizaje ocurre cuando se enfrentan a problemas reales en ambientes laborales, después de finalizar sus estudios y no de la teoría presentada por los profesores en las aulas.

Con esta forma de aprendizaje, lo que se busca es romper los paradigmas de la educación tradicionalista, en la cual el profesor es el centro de atención por sus clases magistrales, convirtiéndose en un transcriptor de textos y, en la mayoría de los casos, un impositor de su voluntad de forma inquisitiva, no dejando un espacio para el debate, lo que lo aleja de ser un facilitador del conocimiento como lo exige la tendencia actual.

Con este modelo, se busca potenciar en los estudiantes su capacidad de investigar y discernir la información, así como tener una visión crítica del entorno, lo que los forma para afrontar retos mayores y estar preparados para solucionar las problemáticas de la vida cotidiana. Para iniciar a los alumnos en esta tendencia, el maestro puede hacer uso de la motivación como una gran herramienta para conseguir que ellos despierten un mayor interés en cada una de las actividades propuestas y, para ello, puede recurrir a los métodos de calificación o el reconocimiento de cada uno de sus aportes.

Cada problema es un reto que desencadena en quienes se enfrentan a él, una serie de sensaciones que los lleva a buscar diferentes soluciones hasta encontrar la más óptima, pero también, dejando unos valores agregados que van ligados a la activación del

aprendizaje, a cuestionar, investigar, experimentar, etc. Todo lo anterior hace que puedan desarrollar nuevo conocimiento o afianzar conceptos que antes no tenían bien claros. Gutiérrez et al. (2011) sostienen que el estudiante que hace uso de este método, se ve obligado a formular una respuesta hipotética acorde con sus conocimientos previos.

Para que las actividades tengan una mayor aceptación por los estudiantes, el docente debe elegir los temas con contenidos que sean de interés para cada uno de ellos y verificar que las metas y respuestas sean propuestas por los integrantes de los equipos de trabajo, lo que conlleva que adquieran mayor responsabilidad porque tienen que aprender haciendo y, con ello, fortalecer el autoaprendizaje, el razonamiento y mantenerse activo en todo el proceso. De lo anterior, Vizcarro y Juárez (2012) sostienen que uno de los objetivos fundamentales en la educación actual y de quienes siguen este modelo es aprender a aprender de forma independiente, con capacidad de adoptar de forma autónoma una actitud crítica, que les permita adaptarse a un mundo cambiante.

Una vez aplicada la metodología, se adquieren ciertas habilidades en la formulación de problemas, tales como: hacer la planeación, presentar el diseño, tomar decisiones, hacer juicios, trabajar en equipo y encontrar posibles soluciones que, por lo general, desencadenan en diferentes opiniones, lo que propicia un ambiente ideal para el debate y la controversia.

Por otra parte, el aprendizaje basado en problemas (Chávez et al., 2016; Santos y Cardona, 2015) por su misma estructura permite combinar otras metodologías de estudio como el aprendizaje por competen-

cias, en el que el docente tiene un papel primordial por su experiencia y rol de líder, que los llevará a aplicar el nuevo conocimiento en la solución de las diferentes problemáticas planteadas en las aulas de clase, además porque una de las obligaciones de él, es crear los problemas alineados a las temáticas que se estén orientando, así como la responsabilidad de dirigir las discusiones generadas y apoyar de manera eficiente los trabajos presentados individualmente o por equipos.



Aprendizaje Cooperativo

Es un modelo basado en el trabajo en equipo, con la finalidad que cada uno de los integrantes mejore su nivel de aprendizaje y se prepare para compartir sus experiencias educativas con los compañeros; además, los objetivos individuales están estrechamente vinculados con la diferencia que cada uno obtiene sus propios resultados, alineados a un objetivo común y el éxito personal se fundamenta en el trabajo colectivo. En este sentido, Lovato y Campos (2018) sostienen que este tipo de aprendizaje tiene como objetivo la construcción de conocimiento y la adquisición de competencias y habilidades sociales a través de la conformación de pequeños grupos mixtos y heterogéneos, con propósitos comunes y un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado.

El trabajo cooperativo no es lo mismo que en grupo, su diferencia radica en que en el primero se tienen responsabilidades individuales, y cada uno aporta según el rol asignado para lograr el objetivo común. Así, Pérez (2018) afirma que aquí se hace posible entender los conceptos aprendidos a través de la discusión y resolución de problemas en el ámbito grupal, con los cuales los estudiantes aprenden habilidades sociales y comunicativas que necesitan para participar en sociedad.

Para implementar esta modalidad de aprendizaje es necesario cambiar el término de grupo por equipo de trabajo, porque permite que cada uno haga su aporte de forma individual, con unas funciones claras acordadas en el momento de la planeación y que compromete a cada uno con unas tareas específicas. Para que se presente este escenario es importante que se cumpla con algunas características, tales como “ser heterogéneo, estable, organizado, interaccionar cara a cara y ser interdependiente” (Pérez, 2018, p. 23).

Cada uno de los conceptos anteriores, se interpretan como aquellos elementos que complementan el trabajo en equipo que permite hacer la diferencia en la calidad de los resultados; por ello, la importancia radica en la implementación de una dinámica de compañerismo en el aula, que aumente el nivel de confianza y maximice el trabajo de todos; además, fortalece el diálogo, el debate y la confrontación de puntos de vista, entre otros.

Una de las ventajas que presenta este tipo de aprendizaje es el desarrollo cognitivo de todos los alumnos sin importar su nivel cultural, y se pueden clasificar en

tres tipos: los de menor capacidad cognitiva, los de nivel medio y los de mayor capacidad cognitiva. Por ser grupos mixtos, el éxito radica en la planeación y organización de las clases, que lleva a los estudiantes a trabajar de forma coordinada para la resolución de tareas y generar su propio conocimiento. Para aplicarse en el estudio de las matemáticas, este tipo de estrategias ayuda a que el aprendizaje sea significativo y no repetitivo, estableciendo vínculos entre lo que se aprende y lo que se sabe.



Trabajo Colaborativo

Esta técnica hace referencia a las diferentes tareas desarrolladas por los estudiantes en el interior de las aulas de clase, liderados por el profesor una vez dadas las indicaciones finales, las cuales los lleva a intercambiar la información obtenida producto de sus investigaciones individuales para complementar los objetivos propuestos. Posteriormente se debe trabajar en las tareas asignadas, hasta que hayan evacuado cada una de las actividades y solo de esta forma, se logra comprender la dinámica del ejercicio, aprendiendo a través de la cooperación conjunta.

También es considerada como una forma organizada de realizar las fases de un proyecto o tarea de orden superior (Revelo et al., 2018; Rodríguez y Espinoza,

2017), en la cual gracias a las herramientas informáticas se tiene una nueva dimensión para la adquisición del conocimiento tornándolo flexible, originando resultados distintos; del mismo modo, se destaca en esta modalidad de aprendizaje la figura del líder que puede ser asumida por cualquier integrante del equipo, y cada uno puede realizar sus aportes en las áreas que mejor domine o se le faciliten.

Una característica es el diálogo abierto, la comunicación y la explicación porque estimula el desarrollo del pensamiento crítico, así como el respeto y la solidaridad. Otro concepto es dado por Revelo et al. (2018), quienes definen el trabajo colaborativo como un modelo de aprendizaje interactivo, que lleva a los integrantes del grupo a construir juntos, unificando esfuerzos, talentos y competencias para lograr metas conjuntamente.

De lo anterior se desprende que no solo importa el resultado final, sino también, se toma en cuenta los aportes individuales de cada estudiante, los procedimientos y rutas para obtener nuevos resultados, en el cual cada uno tiene un compromiso con el aprendizaje de los demás y al respeto mutuo especialmente en las opiniones; también el aula se convierte en un espacio único de comunicación e integración, donde convergen estudiantes y profesores con un objetivo común: socializar los resultados de las investigaciones de forma grupal y no individual, lo que genera más confianza a los equipos de trabajo, así como tomar correctivos y verificar las lecciones aprendidas que los lleve a aplicar estrategias de mejora continua, que fortalezcan los resultados para los trabajos futuros.

Elementos del aprendizaje cooperativo

El aprendizaje colaborativo presenta algunos elementos que permiten reorganizar la metodología, con el fin de que se presente una estructura que facilite los resultados finales. En este sentido, Glinz (2005) propone los siguientes ítems:

- a) Cooperación, los alumnos se apoyan entre sí para adquirir los conocimientos de las temáticas de estudio.
- b) Responsabilidad, cada uno es responsable del trabajo que le haya sido asignado por el grupo.
- c) Comunicación, se deben realizar exposiciones de la información investigada para retroalimentar el equipo.
- d) Trabajo en equipo, los alumnos aprenden juntos a resolver las problemáticas planteadas.
- e) Autoevaluación, en la cual cada uno tiene el criterio de evaluar su desempeño, aciertos y errores, para tomar los correctivos en la siguiente

tarea por resolver.

Lo anterior hace que esta metodología sea muy útil para fortalecer los lazos de amistad y cooperación entre todos los alumnos que participen de las actividades y, además, crea un ambiente de compañerismo que los lleva a conocer las fortalezas de cada uno, y así, facilita asignar tareas individuales con la plena convicción que cada uno va a aportar en lo que más le gusta.

Trabajo basado en equipos

Esta metodología, según Espejo y Sarmiento (2017), fue propuesta a finales de los 70 por Larry Michelsen en la Universidad de Oklahoma, y actualmente es utilizada en varios campos del saber. Su implementación se fundamenta en dividir el curso en diferentes equipos de trabajo y asignar las tareas por etapas, para promover la interacción de pequeños grupos de estudiantes siguiendo ciertas características que se exponen a continuación:

- a) El trabajo en grupo debe mejorar las habilidades de los estudiantes para aplicar los contenidos;
- b) La mayoría del tiempo de clases se dedica al trabajo grupal;

- c) La metodología integra trabajos en clases que están pensados para mejorar el aprendizaje y desarrollar equipos auto-gestionados de aprendizaje.

El objetivo del trabajo basado en equipos es “ir más allá de la presentación de una cierta materia y ofrecer a los estudiantes la oportunidad de practicar su aplicación” (Michaelson y Sweet, 2008, p. 14), la cual está conformada por una estructura que se expone a continuación:



Estructura de la metodología

- **Estructuración de los módulos:** le corresponde al profesor asignar los módulos a cada equipo de trabajo eligiendo los objetivos que se deben lograr para que los desarrollen acorde a los roles y se obtengan respuestas más rápidas.
- **Trabajos previos:** los estudiantes deben revisar con anterioridad, tanto de forma individual como en equipo, el material de apoyo suministrado por el docente para verificar la pertinencia de este y

así seleccionar aquel que esté más acorde con las temáticas planteadas.

- **Conformación de los equipos de trabajo:** el docente debe seleccionar equipos de trabajo que sean pequeños e interdisciplinarios, que además tengan cierta afinidad entre ellos, para que se les facilite el desarrollo de las actividades; gran parte del éxito de esta metodología radica en este ítem.
- **Asignación de roles:** con el fin que cada uno asuma una responsabilidad frente a los compromisos adquiridos por el equipo, se debe verificar cuál va a ser el rol de cada uno y hacerle seguimiento, bien sea para reforzar sus actividades u orientarlos, de esta forma van a sentir que tienen un compromiso real, que se verá reflejado en los resultados finales.
- **Recepción de trabajos:** para que los trabajos sean exitosos, los alumnos deben presentar un cronograma y es responsabilidad del docente hacer que este se cumpla a cabalidad; si se deja pasar por alto una fecha de entrega, se pierde el avance porque los estudiantes tienden a dejar todo para última hora, y terminan por perder el interés.

- **Socialización de los resultados:** al final de cada ejercicio se debe verificar con los equipos, de forma individual, los aciertos basados en la rúbrica y tomarse los correctivos para los próximos retos; solo de esta manera, según Espejo y Sarmiento (2008), se inicia un verdadero trabajo porque hay un compromiso que debe ser de estricto cumplimiento para quienes hacen uso de él. Además de lo anterior, la metodología presenta unas etapas que llevan a obtener unos resultados satisfactorios, pero se debe hacer un seguimiento para verificar los resultados tanto individuales como grupales.

Método del caso

En esta metodología se propone que los alumnos sean los gestores de su propio conocimiento, al tomar casos de la vida real para que se propongan soluciones acordes a sus capacidades y experiencias, y al tener una visión general de la problemática planteada (Córdoba et al., 2017). Para ello es necesario que se realice un estudio preliminar sobre las variables involucradas y se busquen antecedentes de otras soluciones o, en su defecto, de problemáticas similares que hayan sido resueltas para que se tenga un punto de

partida. En caso de no hallarse, el investigador debe presentar un plan de trabajo en el cual proponga las posibles soluciones, fortaleciendo con ello su capacidad creativa y de innovación, al igual que sus habilidades y destrezas para la toma de decisiones.

El docente por su parte, debe generar los espacios para que los equipos de trabajo se organicen y, en secciones no inferiores a 30 minutos, lleguen a un consenso preliminar antes de hacer una reunión general con los demás integrantes del curso. Esta sección es muy importante porque allí se identifican los perfiles de cada uno para así mismo asignarles sus roles.

Con esta metodología lo que se busca es simular condiciones de la vida real para que los estudiantes se preparen y, con ello, desarrollen habilidades y destrezas que los profile como grandes líderes, con capacidad de comunicación, autoridad y una visión amplia de los escenarios posibles, en los cuales se puedan desarrollar las actividades para que este método tenga una mayor aceptación cuando se presenten casos que deban debatirse en las aulas de clase. Wassermann (1999) propone los siguientes criterios:

Concordancia de los temas del currículo: se toman las ideas importantes del caso y se contrastan con los principales temas del currículo; teniendo en cuenta que concordancia no equivale a correspondencia perfecta.

Calidad del relato: hay muchos textos que son considerados no óptimos por su estructura; de ahí que un relato bien escrito genera más interés en los alumnos.

Lectorabilidad: hace referencia a las acciones que debe tomar el docente para persuadir a los alumnos que no tienen buenos hábitos de lectura y escritura, así como la capacidad de comprender lo leído.

Las áreas más adecuadas para aplicar esta metodología son las ciencias sociales y las humanidades, por la riqueza de contenidos para extraer casos de análisis. Esto no quiere decir que no sea válido para otras áreas del saber, tales como las matemáticas, la física, la química, etc., porque también se puede adaptar perfectamente, en especial en temas que exijan razonamiento, porque lleva a los alumnos a compartir criterios y a participar de manera activa.



Conclusiones

El conocer y aplicar las metodologías activas, lleva a formar profesionales íntegros con una mayor capacidad de liderazgo y sentido de responsabilidad, y a tener que convertirse en gestores de su propio conocimiento; además, porque se fortalecen los lazos de amistad con sus compañeros al tener que compartir sus investigaciones y socializar los resultados.

Cada metodología tiene su elemento diferenciador que deja valores agregados a quienes hacen uso de

ellas, por los enfoques propios y las temáticas abordadas, aunque, en términos generales, todas apuntan a fortalecer el trabajo grupal y a que los alumnos experimenten otros puntos de vista, dejando de lado las clases magistrales y al profesor como centro de atención en las aulas de clase. Característica muy común en otros modelos como la clase invertida y mixta.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) puede ser utilizado como una estrategia preferida por el docente que propenda en el educando a indagar y resolver preguntas con miras a que este sea protagonista activo de su propio aprendizaje.

Es de aclarar que, en ninguna de las metodologías propuestas, el profesor pasa a un segundo plano porque se requiere de su liderazgo y conocimientos para que estas tengan éxito. Además, aún los estudiantes no poseen ni la cultura ni la madurez necesaria para el autoaprendizaje de forma organizada y responsable.

Referencias

Alzate, R. J., Montes O. J. y Escobar, R. (2013). Diseño de actividades mediante la metodología ABP para la enseñanza de la matemática. *Scientia et Technica*, 18(3), 542-547.

Córdoba, M. C., Coria, M. K., Ayala A. y Stefanizzi, R. (2017). El método de caso como estrategia didáctica aplicada a la enseñanza de la gestión de la información en la Universidad Nacional de la Plata, Argentina. *Rebecin*, 4(2), 3-22.

Chávez, S. G., González, S. B. e Hidalgo, V. C. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP) a través del M-Learning para el abordaje de casos clínicos. Una propuesta innovadora en educación médica. *Innovación Educativa*, 16(72), 95-112.

Espejo, R. y Sarmiento, R. (2017). *Metodologías activas para el aprendizaje*. Santiago de Chile. Universidad Central de Chile, Dirección de Calidad Educativa.

Glinz, P. (2005). *Un acercamiento al trabajo co-*

laborativo. Iberoamericana de Educación. Gutiérrez, J., Puente, G., Martínez, A. y Piña, E. (2012). *Aprendizaje basado en problemas, un camino para aprender a aprender*. Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2010). *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*. Monterrey, México. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo.

Lobato, P. y Campos, S. (2018). *¿Qué es el aprendizaje cooperativo? Definición y elementos esenciales*. EdInTech, Observatorio de Innovación Educativa y Tecnológica para Educadores y Padres.

Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180.

Michaelsen, L. K. y Sweet, M. (2008). Simultaneous report: a reliable method to stimulate class discussion. *Decision Sciences, Journal of Innovative Education*, 6(2), 469-473.

Pérez, S. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Temas para la educación*. Revista digital para profesionales de la enseñanza.

Revelo, S. O., Collazos, O. C. y Jiménez, T. J. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia

didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *Tecnológicas*, 21(41), 115-134.

Rodríguez, Z. R. y Espinoza, N. L. (2017). Trabajo colaborativo y estrategias de aprendizaje en entornos virtuales en jóvenes universitarios. *RIDE, Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(14), 86-109. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.274>

Santos, J. y Cardona, S. (2015). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): el “problema” como parte de la solución. *Adelante Head*, (6), 81-89.

Vizcarro, C. y Juárez, E. (2012). *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas*. Universidad Autónoma de Madrid.

Wassermann, S. (1999). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Amorrortu Editores.

Tecnologías y pedagogías emergentes

Jairo E. Márquez D.

Introducción

El concepto de tecnologías emergentes es un término que debe ser definido según el contexto en el cual se evalúe, esto se debe a que es relativo al campo de aplicación ya que su connotación en la parte tecnológica, científica, educación y de servicios, por mencionar algunos, se interpreta de manera diferente. Por ejemplo, Day y Schoemaker (2011) definen las tecnologías emergentes como innovaciones científicas que pueden crear una nueva industria o transformar una existente. Incluyen tecnologías discontinuas derivadas de innovaciones radicales, así como tecnologías más evolucionadas formadas a raíz de la convergencia de ramas de investigación antes separadas.

Para el campo de las ciencias, se entiende como aquellas nuevas disciplinas científicas que marcan su propia ruta en cuanto a la I+D+i. Para el caso de la educación, se entiende como todas aquellas nuevas herramientas informáticas pertenecientes a lo que se ha venido a denominar como la web 2.0 (Utrera, 2012) y web 3.0 (Melnick y Barraza, 2015), cuyo enfoque de enseñanza diverge de la tradicional aula de clase y emplea las redes de comunicación como Internet para expandir o hacer conocer diversos tipos de conocimiento. En términos de la educación, Veletsianos (2010) define las tecnologías emergentes como herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos al servicio de varios propósitos relacionados con la educación.

En el aspecto global, las tecnologías emergentes cubren diversos campos del saber, cuya potencialidad e impacto a mediano y largo plazo son destacables, entre ellas se tiene: robótica avanzada, nanotecnología, nanobiotecnología, *Big Data*, *Machine Learning*, ciencias cognitivas, inteligencia artificial, medicina hiperpersonalizada, dinero digital, medicamentos contra el envejecimiento, computación cuántica, responsabilidad del cambio climático, Internet de las cosas industriales e Internet de las nanocosas en el campo de batalla, entre otras.

De manera particular, para el caso de la educación superior, las tecnologías emergentes según el informe *New Media Consortium NMC Horizon Report 2017 Higher Education Edition*, presenta un conjunto de tendencias cuyo impacto se prevé será en un periodo de corto plazo (de 1 a 2 años), mediano plazo (de 2 a 3 años) y largo plazo (más de 5 años), no mayor de

cinco años, entendido en el contexto que van a dirigir las reglas en cuanto a la toma de decisiones y planificación tecnológica de la educación. Aunque existen otras propuestas, no se citan en el mencionado informe porque su proyección temporal supera los cinco años, o porque la tecnología ya está en uso generalizado.

Las tecnologías emergentes, según el informe *The NMC Horizon Report*, expuesto por Adams et al. (2017) se resume en siete categorías de tecnologías, herramientas y estrategias así:

- *Tecnologías de consumo*: aunque inicialmente han sido desarrolladas con el propósito de la recreación, se ha visto el potencial en el entorno académico, en diversos nichos. Ejemplos de este tipo de tecnología son los drones, la robótica, las herramientas de comunicación en tiempo real y la tecnología portable.

- *Estrategias digitales*: son aquellas que están relacionadas con la forma en la que se da uso al hardware como el software en el proceso de la enseñanza-aprendizaje, dentro y fuera del aula de clase, indistinto de la modalidad de la educación. Las estrategias digitales más relevantes son la localización inteligente, los espa-

cios de creación, la tecnología de preservación y la conservación.

- *Tecnologías de Internet*: se relacionan con la cadena de bloques, las becas digitales, el Internet de las cosas y las herramientas de distribución. Este tipo de tecnologías son de más fácil acceso, debido a que están al alcance de cualquier usuario, siempre y cuando goce de un enlace de red y conectividad.

- *Tecnologías de aprendizaje*: están relacionadas con la tecnología de aprendizaje adaptativo, las tecnologías de microaprendizajes, el aprendizaje desde el móvil, próximas generaciones de gestores de aprendizaje, y laboratorios virtuales y remotos.

- *Tecnologías de redes sociales*: se relacionan con el crowdsourcing, la identidad digital, las redes sociales, mundos virtuales y gamificadores.

- *Tecnologías de visualización*: están relacionadas con la impresión en 3D, la visualización de la información, la realidad mixta y la realidad virtual.
- *Tecnologías facilitadoras*: se relacionan con la informática afectiva, la inteligencia artificial, el Big Data, la vibración eléctrica, los dispositivos flexibles, las redes integradas, la banda ancha móvil, las interfaces naturales de usuario, el intercambio de datos a corta distancia, las baterías de nueva generación, el hardware abierto, la traducción simultánea, los asistentes virtuales y la conexión inalámbrica.

A la lista anterior se debe adicionar el informe *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*, publicado por la iniciativa Educause, en la que se exponen los cambios, tendencias e impacto tecnológico en la educación para los próximos cinco años; en él Guijosa (2018) los resume en seis tendencias educativas a futuro, así:

- A corto plazo (2020), se estima que aumente el uso de las métricas en los procesos educativos para evaluar y documentar el aprendizaje, al igual que las habilidades como la creatividad y la colaboración.

- Rediseño de espacios de aprendizaje para propiciar mayor colaboración e interacción con dispositivos tecnológicos.

- A mediano plazo (2023), se considera el aumento de recursos educativos abiertos (REA) con el fin de reducir costos y no limitar el uso de textos de calidad.

- Introducción de enfoques multidisciplinarios en la educación superior como alternativa al camino de grado tradicional. Lograr vías de educación a través de experiencias interdisciplinarias y la consecución de credenciales alternativas y badges digitales.

Un aspecto por tener en cuenta en cuanto a las credenciales, es que, como señala Edutrens (2019), hay un creciente mercado de credenciales alternativas (insignias digitales, micro y nanogradados, bootcamps, cursos MOOC y credenciales basadas en competencias, entre otras); así, estudiantes y empleados tienen más opciones que nunca para capacitarse.

- A largo plazo (2025), se espera mayor adopción de la cultura de innovación, que el campus funcione como foco para el emprendimiento, la experimentación y el descubrimiento para impulsar la innovación.
- Las universidades alrededor del mundo van a forjar más alianzas para que el profesorado y los alumnos puedan acceder a una mayor variedad de materiales, datos y tecnologías de cursos digitales que de otro modo no estarían disponibles de manera local.

A la lista anterior se adicionan otras tecnologías emergentes, manifiestas como tendencias tecnológicas, cuyo proponente es el informe *Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018*, en el que Panetta (2018) menciona la inteligencia artificial, las experiencias inmersivas, los gemelos digitales (*digital twins*), el pensamiento basado en eventos y la seguridad adaptativa continua, que crean la base para la próxima generación de modelos de negocios y ecosistemas digitales. En este sentido, los avances tecnológicos plantean opciones que aumentan el grado de ubicuidad, tales como:

- *Malla digital inteligente*: se interpreta como la relación que se crea entre las personas, los dispositivos móviles, los contenidos y los ser-

vicios digitales inteligentes. En este contexto, la inteligencia artificial se está haciendo cada vez más presente en diversos campos, potenciando los sistemas a ser más dinámicos, flexibles, autónomos y adaptativos. Ejemplos de ello son los mundos virtuales con características inmersivas de alto poder computacional que permiten la interacción entre personas para solucionar problemas complejos a través del trabajo colaborativo.

- *Aplicaciones inteligentes*: en los próximos años las aplicaciones móviles van a tener incorporados desarrollos con inteligencia artificial más avanzados, ampliando con ello el mercado de servicios con software a la medida. Las implicaciones sociales de este tipo de APP-IA no va a tener precedente alguno, en el que la interacción humano-máquina va a transformar la naturaleza del trabajo, estudio y relaciones sociales, puesto que el teléfono inteligente será una extensión de sí mismo más de lo que es ahora, asumiendo el rol de un asistente, asesor virtual y compañero(a). Este tipo de tecnología recibe el nombre de analítica aumentada que emplea el aprendizaje automático para efectuar un estudio e intercambio de información

entre diferentes organismos y personas.

- *Dispositivos inteligentes*: la tendencia de incorporar la IA y el aprendizaje automático en diversidad de dispositivos va a ser de uso común en un futuro muy cercano, potenciando la interacción entre las personas y el entorno. Ejemplos representativos están en las cámaras digitales de última generación, procesadores con IA para computadores y smartphones, vehículos de transporte e industriales autónomos y semiautónomos (incluyen, robots y drones). Otros desarrollos en curso son los enjambres de dispositivos inteligentes (Márquez, 2018) que emplean el aprendizaje colaborativo para efectuar determinadas tareas, ejemplo de ello, enjambres de drones para ataque y defensa de objetivos militares, vigilancia en control de tráfico vehicular y peatonal, entre otros.

- *Plataformas conversacionales*: son aplicaciones desarrolladas con la IA, cuyo objetivo es actuar como traductor entre el usuario y la máquina tomando decisiones básicas con agentes electrónicos o humanos e interactuando con ellos. La tendencia es recrear escenas complejas con base en la interacción con su

usuario, en la cual la conversación sea sólida y fluida. En este sentido, la mejor representación de plataformas conversacionales son los chatbots, que permiten realizar un seguimiento a los usuarios en tiempo real, al igual que iniciar una conversación o transferir una conversación entre usuarios, lo que implica la posibilidad de programar reuniones, entre otros aspectos.

- *Experiencia inmersiva*: se basa en el desarrollo de la realidad aumentada (RA), virtual (RV) y mixta (RM), que convergen a la realidad extendida (Extended Reality, XR), propendiendo en las personas una percepción más inmersiva con el mundo digital, incorporando plataformas conversacionales para mejorar la interacción usuario-máquina. Ejemplos de estas tecnologías ya disponibles en el mercado que están en constante evolución son los dispositivos móviles de Apple (ARkit y el iPhone X), Google Tango y ARCore, y los kits de desarrollo de software AR multiplataforma como Wikitude y ARToolkit. Un desarrollo reciente es el Neuralink, cuyo objetivo es conectar la RA al cerebro humano.

- *Biohacking*: se relaciona con el transhumanismo, en el que se plantean dilemas bioéticos, ante lo cual Prieto (2018) formula el surgimiento de los biohacks, que se clasifican en cuatro categorías: aumento de tecnología, nutrigenómica, biología experimental y biohacking de molino. Ejemplos de este tipo de desarrollo son los biochips para detección temprana de cáncer, medicamentos contra el envejecimiento, músculos cultivados artificialmente y tejido sintético para exterior de un robot dotado de sensores de presión.

Como se aprecia, existe un amplio abanico de oportunidades para la implementación de las tecnologías emergentes, incluso para aquellas que están en vías de desarrollo, que eventualmente van a generar un gran impacto en la educación superior en cuanto a investigación, desarrollo e innovación; esto debido a los desafíos que conlleva. Visto de esta manera, lo que se busca con la implementación de este tipo de tecnologías en la educación es globalizar la alfabetización digital, llegando a los lugares más recónditos del planeta y abriendo con ello oportunidades para aquellos con el deseo de superación.

De igual manera, las tecnologías emergentes, en conjunto con las TIC, buscan contribuir a mejorar tanto el aprendizaje formal como informal, lo que lleva a replantear el rol del docente frente a su actuar método

lógico y pedagógico ante una sociedad que depende cada vez más de la tecnología para su educación.

De lo anterior se infiere que las tecnologías emergentes no pertenecen directamente al campo educativo, aunque en la actualidad algunas herramientas están siendo diseñadas para tal fin. Simplemente conforme se ha dado su desarrollo, se ha visto su potencialidad al ser aplicadas e incorporadas a la educación a través de medios y recursos didácticos que simplifican en cierta medida el proceso de enseñanza y aprendizaje tradicionales o en su defecto lo complementan.

Es así, que en el mercado educativo hay diversidad de metodologías para la enseñanza, según el contexto y las necesidades tanto de la institución, los maestros y estudiantes, como son: *Blended Learning* (sistema de gestión de contenidos de aprendizaje o LCMS), *E-Learning* (cursos gratis *online* y masivos [MOOC] y sistemas de gestión de aprendizaje o LMS, *Mobile Learning*, *C-Learning*, *P-Learning*, *T-Learning*, *Learning Analytics*, *S-Learning* (relacionado con un nuevo tipo de ambiente virtual de aprendizaje o AVA, que emplea las redes sociales como herramienta de aprendizaje), realidad aumentada (georrealidad, inforealidad y jugabilidad), telepresencia, mundos virtuales (meta-versos), aprendizaje mediante juegos (*gamification*), clase invertida (*Flipped Classroom*), *Design Thinking*, *Lean Launchpad*, interfaces gestuales, *Blockchain*, *Blinklearning*, *Empowered edge*, informática en la nube, entornos de aprendizaje personal (PLE) y videojuegos, entre otros.

Cada tecnología mencionada presenta un periodo de implementación, y Pozos (2011) lo clasifica según

el impacto en el tiempo que tarda en implementarse la tecnología en el entorno educativo, que denomina como *Horizontes de Adopción*. Estos horizontes de adopción varían entre un periodo que va de un semestre hasta cinco años, es decir, según la tecnología adoptada por la institución, el tiempo de implementación puede ser de corto, mediano y largo plazo.

Debido a la continua transición tecnológica que se observa en la actualidad, el horizonte de adopción máximo se ha venido acortando a dos o tres años, lo que hace pensar que la educación que se nutre de este tipo de tecnologías debe estar renovándose periódicamente, bien en sus planes de estudio, alfabetización digital de maestros, infraestructura tecnológica y estudiantes cuya generación es aún más dependiente de la tecnología. Por consiguiente, las tecnologías emergentes que forman parte de los horizontes de adopción crecen y evolucionan rápidamente, en la que presentan una serie de retos críticos que las instituciones de educación deben asumir, por ejemplo, reevaluar los modelos curriculares en cada área de formación, lo que lleva a cambios en las metodologías y pedagogías “tradicionales”, al igual que los medios técnicos y tecnológicos que la soportan.

Las TIC en conjunto con las tecnologías emergentes han abierto un nicho facilitador al proceso de enseñanza-aprendizaje, ampliando con ello el acceso al conocimiento, cuya infraestructura tecnológica es la Internet y las telecomunicaciones, y es un hecho que estas van a seguir creciendo, evolucionando e incorporando nuevas herramientas digitales para la educación superior en este caso en particular. Este hecho hace reflexionar de la importancia de realizar inves-

tigaciones en las aulas que validen parte de lo que se plantea en el informe *NMC Horizon Report*, el *Hype Cycle for Education* (Lowendahl, 2014), el *Hype Cycle for Emerging Technologies* (Walker, 2017) y el *Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018*.

Los horizontes de adopción y los hiperciclos plantean de manera implícita y explícita, el cambio de paradigma en la educación superior. Las tecnologías digitales están formando parte cada vez más de nuestra sociedad, incluyendo por supuesto la educación, y es un derecho y deber de las instituciones de educación y del propio Estado, apropiarse de estas herramientas digitales para la enseñanza e incorporarlas en sus currículos, lo que conlleva cambiar o replantear el esquema del proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional.



Pedagogías emergentes

Con el auge de las tecnologías emergentes y las TIC en la educación, se plantean diversas propuestas que buscan un cambio en la enseñanza tradicional, cuyo objetivo central se enfoca a dinamizar la forma como se trasmite el conocimiento, dando paso a lo que se ha llegado a denominar como pedagogías emergentes, que según Adell y Castañeda:

Este concepto es relativo desde un punto de vista cronológico y geográfico, y que bajo este término se sitúa un conjunto de enfoques e ideas pedagógicas que surgen como consecuencia de cambios sustanciales en los escenarios sociales (culturales, económicos, políticos, tecnológicos) que afectan a los contextos educativos (2012, p. 15).



Las pedagogías emergentes emplean las TIC y las tecnologías emergentes para formular propuestas metodológicas y didácticas tendientes a facilitar al educando su aprendizaje y al profesor a la apropiación de nuevos recursos digitales para la enseñanza. Por consiguiente, la forma como se enseña y aprende están siendo permeados permanentemente por la continua transformación sociocultural, en la cual la dependencia a la tecnología ha puesto en la palestra a las instituciones de educación superior a reevaluar su actuar en la sociedad. Este escenario ha llevado a la revisión de los planes de estudio, entre otros procesos académicos y administrativos, planteando modelos educativos que se ajusten a la actual realidad, en la cual la integración de la tecnología debe ser un hecho y, como tal, facilite la apropiación del conocimiento que contribuya a la creación de un capital humano calificado.

Las pedagogías emergentes aún están en su proceso de crecimiento, que se va consolidando conforme estas se van incorporando al sector educativo, creando de paso una nueva cultura que tomará algún tiempo en crecer y ocupar su lugar en la educación, bien por los recursos técnicos y tecnológicos que se requieren, y por la capacitación y aceptación por parte del docente, estudiante e institución. La tendencia de las pedagogías emergentes es hacia lo colaborativo, interactivo y comunicativo, en los que el medio de cohesión de estos elementos son las TIC, a través del uso de herramientas digitales para la enseñanza ya consolidadas en el mercado educativo, y a aquellas que hasta ahora están buscando su nicho de implementación y uso, que por lo general es la educación virtual y a distancia.

Con base en lo anterior, el rol del maestro y el estudiante también han venido evolucionando, prestándose una dinámica que difiere totalmente de los modelos educativos tradicionales; tal como lo afirman Fernández et al. (2006), el alumno se transforma en un participante activo y constructor de su propio aprendizaje y el profesor asume el rol de guía y facilitador de este proceso, lo cual varía su forma de interactuar con sus alumnos, la forma de planificar y de diseñar el ambiente de aprendizaje. Un ejemplo representativo de ello es el *Flipped Classroom* o aula invertida, que ha tomado fuerza en las aulas facilitando la enseñanza del maestro y haciendo del estudiante un participante dinámico de su propio aprendizaje.

Un caso particular de la clase invertida es un proyecto de investigación denominado *Desarrollo de estrategias pedagógicas mediante tecnologías emergentes para la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de Cundinamarca* (Márquez, 2019), cuyos investigadores son los autores del presente libro, en la que se plantea la unión del *Flipped Classroom* con el *Blended Learning* y el *Mobile Learning* en un par de cursos piloto. Estos tres elementos fueron fundamentales, puesto que son la base del planteamiento de una estrategia pedagógica y metodológica, en la que se integran algunas tecnologías emergentes, en las cuales el estudiante no solo realiza sus actividades académicas en el aula de clase, sino fuera de ella, en casa o en cualquier lugar que se preste para ello.

De lo anterior se infiere que cuando el estudiante esté en el aula va aprovechar al profesor para resolver sus dudas, reflexionar e incluso debatir determinados temas, por lo cual el docente no pierde su papel de

formador en ningún momento, sino que además su rol trasciende a ser facilitador del conocimiento. Los resultados generales del proyecto en mención dan a entrever que la combinación *Flipped Classroom*, *B-Learning* y *M-Learning* funciona parcialmente, debido a que se requiere de una mejor preparación del personal docente para que este se convierta en un prosumidor (Contreras y González, 2017; González y Rincón, 2013), y que *a posteriori* se extienda al estudiante también. Con esto en mente, la probabilidad de mejorar el rendimiento académico en el área de matemáticas es alto, y eventualmente puede ser extrapolado a otros contextos de la academia.

El *Flipped Classroom* no es solo intercambiar las actividades entre el aula y la casa, es más que eso, es una estrategia que permite aprovechar la tecnología y el tiempo en casa, así como optimizar los tiempos en el aula aprovechando los conocimientos, habilidades y experiencias del profesor en el aula (Lagunes et al., 2017).

La interrelación del *Flipped Classroom* con el *B-Learning* y el *M-Learning* los hacen una estrategia pedagógica y metodológica ideal para un mundo donde las TIC se han venido posicionando en la educación en sus diferentes niveles y modalidades. Por consiguiente, se desprende que al integrar estas herramientas digitales en el entorno educativo, el quehacer docente mediado por estas tecnologías emergentes va actuar como soporte, transmisión y recepción de información para el estudiante, generando un cambio significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que se realiza una transición del modelo tradicional de enseñanza a uno más avanzado y estructurado, en

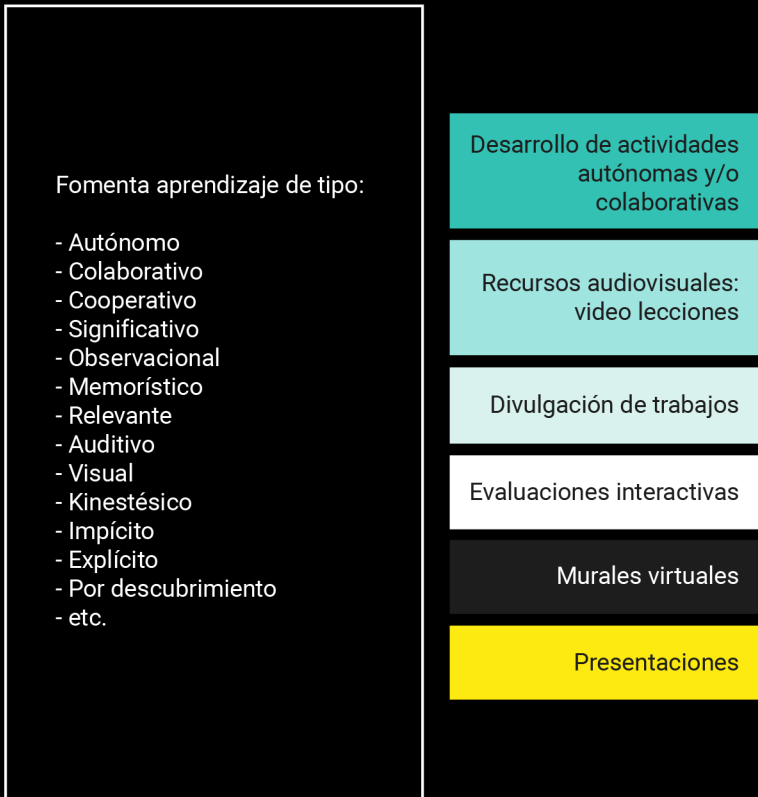
el que se espera desempeñen un papel fundamental en la forma como se percibe la aprehensión del conocimiento de las matemáticas y repercuta en los resultados académicos de los estudiantes.

Un aspecto por tener en cuenta es que el docente actúa como diseñador, proponente, tutor y mediador de los recursos digitales dispuestos para su clase, al igual que los tipos de aprendizaje que desea implementar, tal como se muestra en la figura 1. En este supuesto, la iniciativa de innovar en materia de crear recursos digitales a la medida corre por cuenta del profesor, en la que puede crearlos bien *offline* como *online*. Por ejemplo, algunas herramientas que pueden consultarse son:

- *Exe Learning*. Permite crear contenidos con un editor de tipo XHTML.
- *LIM*. Posibilita crear material educativo integrado con un editor de actividades, que converge a la creación de un libro de clase.
- *QuizFaber*. Permite crear evaluaciones con programación Javascript sin previo conocimiento de programación.
- *LAMS*. Está diseñado para aprendizaje colaborativo, por lo que dispone de diversas herramientas para crear secuencias de actividades educativas.

- *Symbaloo*. Con su interfaz gráfica le permite al profesor organizar los recursos de Internet que va utilizar para su clase.
- *Mindomo*. Este recurso está diseñado para crear mapas mentales de tipo diapositiva.
- *Pizarras interactivas*. Es bastante útil para clases online, por ejemplo, Classroomscreen.

Figura 1. Elementos de la clase invertida.



Clase invertida

Según la figura 1 existen diversos recursos que el docente dispone para hacer más dinámica la clase, dentro o fuera del aula, mediante el diseño de presentaciones, cuestionarios, página web, videos, audios, infografías, mapas mentales, murales virtuales, evaluaciones interactivas, etc., que el estudiante va a consultar en una plataforma virtual en casa u otro lugar vía dispositivo móvil o computador, en la que se espera que a mediano plazo este desarrolle sus propios recursos, previa instrucción del profesor, y los aplique en clase o fuera de ella.

En cuanto a las herramientas disponibles para el diseño de clases invertidas, se pueden consultar diversos enlaces en Internet, que se recomienda estén elaborados con base en los niveles de la taxonomía de Bloom o la rueda de la pedagogía de Allan Carrington. La razón subyace en la organización de las herramientas según aplicaciones que se les desee dar en clase.

Aprendizaje móvil

El aprendizaje móvil (*Mobile Learning*) es una metodología para la enseñanza-aprendizaje que emplea la tecnología móvil como plataforma o recurso. En este sentido, este tipo de aprendizaje se vale de diversos dispositivos móviles como: teléfonos inteligentes o *smartphones*, relojes inteligentes o *smartwatches*, *tablets*, agendas digitales, videoconsolas y *phablets*,

tablet screen, tarjetas inteligentes, cámaras fotográficas digitales y cámaras de video digitales, entre otros dispositivos que se encuentren conectados a una red inalámbrica, tal como se ilustra en la figura 2.

Lo que caracteriza al *M-Learning* es que se refiere a los ambientes de aprendizaje basados en la tecnología móvil, orientados a optimizar un aprendizaje muy relacionado con el *U-Learning* (*Ubiquitous Learning*, o aprendizaje ubicuo), que hace referencia al aprendizaje apoyado en la tecnología y que se realiza en cualquier momento y desde cualquier lugar (Santiago et al., s. f.).



Figura 2. Representación de algunos dispositivos móviles que pueden ser empleados como herramientas de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, enmarcados en el modelo del aprendizaje móvil.

El aprendizaje móvil facilita tanto al estudiante como al profesor el acceso a información desde cualquier lugar y hora, siempre y cuando se cuente con conectividad. Esto lleva a pensar que el aprendizaje recae directamente en el estudiante ya que es quien define el ritmo en este sentido. En cuanto al profesor, este dispone de recursos digitales de diversa índole (videos multimedia, documentación, aplicaciones móviles interactivas, plataformas virtuales, chats, redes sociales, wikis, blogs, etc.) que puede gestionar o administrar, de tal manera que el estudiante participe de forma individual o grupal, en modalidad *online* y *offline*.

Como complemento al aprendizaje móvil se encuentran los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), los cuales los hace ideales para dinamizar el proceso enseñanza-aprendizaje, en el cual la flexibilidad, adaptabilidad e integración con otras tecnologías facilita su uso dentro de un entorno educativo mediado por las TIC, cuya integración paulatina con sistemas inteligentes adaptativos son la tendencia en un futuro inmediato.

La disponibilidad y uso del aprendizaje móvil en conjunto con el LMS, resultan ser de gran utilidad frente al proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que el estudiante dispone de diversos recursos digitales que pueden ser consultados por medio del dispositivo móvil o computador cuando lo requiera, incluso coordinar mediante ciertas aplicaciones la interacción móvil-computador cuando no se encuentre en casa, o acceder directamente a la nube dado el caso. Como se observa, la versatilidad en cuanto a la aprehensión del conocimiento mediante la tecnología es una opción

para tomar en cuenta en la educación superior –incluso en la educación media y básica con ciertas variantes de acceso y seguridad–, máxime cuando las telecomunicaciones brindan cada vez más servicios a un bajo costo y el acceso a la información *online* es más rápida. Por ejemplo, existen diversas funcionalidades de los dispositivos móviles de última generación que, conjugadas con *apps* dirigidas a la educación, pueden crear actividades de formación como se resume en el cuadro 1.

Cuadro 1. Actividades que se pueden realizar en un dispositivo móvil descargando una *app* o gestionando *online* a través de la *web app*.

Actividades para realizar en un dispositivo móvil	Aplicaciones online
Crear listas de alumnos y tareas	Orchestra, SharePoint, Wunderlist, Remember the Milk, Toodledo, Gtasks, Astrid lista de tareas, Any.do, Google Task.
Tomar notas <i>offline</i> u <i>online</i> sincronizadas con el correo electrónico	GoConqr, Notely, Evernote, Google Keep, Drafts, Springnote, My ManyNotes, Notefisf, Zoho Notebookm UberNote, Appbook, Luminotes, Google Notebook, WebAsyst, Noteplus, Workanam, Nubelo.

<p>Crear presentaciones</p>	<p>Empressr, GoConqr, PowToon, Projeqt, Rawshorts, Google Presentations, Impress.js, MyPlick, Slides, SlideRocket, VideoScribe, Zoho Show, Imageloop, AuthorStream, Spresent, Emaze, Microsoft SkyDrive, Prezi, Knovio, Hakiu Deck, Google Slides, Visme.</p>
<p>Crear contenidos (videos, fotos, textos, mapas conceptuales, pósters, evaluaciones, estadísticas)</p>	<p>Google Drive, Classroom, Course Kit, Canvas, Evernote, FotoJet, Infogram, Thinglink, Landing Optimizer, Storify, Piktochart, Slideshare, MDirector, Videolean, Word2CleanHtml, Place.net, Skitch, Picmonkey, Jing, Paper Rate, Copyscape, Wordle, Google Fonts y Dafont, Buzzsumo, Namechk, Storytelling, Filmora Go, Socrative.</p>
<p>Crear redes sociales</p>	<p>Facebook, YouTube, Twitter, Snapchap, Google Plus, Qzone, LinkedIn, MySpace, Flickr, Slideshare, Scribd, Pinterest, Instagram, Vkontakte, Tencent Weibo, Rensen, Ning, Orkut, Foursquare, Tarin-ga, Bebo, Del.icio.us, Metacafe, Photo.to, Sketchbook.</p>

<p>Administrar redes sociales</p>	<p>SocialBro, SumAll, Hootsuite, Edgerank Checker, Social Mention, BuzzSumo, Tweetdeck, Agora Pulse, Audiense, Tweepi, Sprout Social, Buffer, Campusbug, Klout, Facebook Insights, Google Analytics, ePals, iLeonardo, The Quad, LearnHub.</p>
<p>Crear realidad aumentada</p>	<p>Arcrowd, Augment, Aumentaty Author, LayAR Creator, Wikitude, ZooBurst, Aurasma Studio, Junaio, Zappar, Blippar, Appy Pie, Vuforia, Hoppala, EspiRA, Kudan, ARToolkit, Masterpiece VR.</p>
<p>Crear realidad virtual en 2D y 3D</p>	<p>ActionBound, Aufmented Class, ZooBurst, Appy Pie, Aumentaty Author, Vuforia, ARCrowd, LayAR, Aurasma, Zappar, Blippar, Alt Space VR, Zapworks, 3D Organon VR Anatomy, Masterpiece VR, Roar, HP Reveal.</p>
<p>Fotografías para múltiples aplicaciones</p>	<p>Fotor, Snapseed, PicMonkey, Diptic, Picsart, Pixlr, BeFunky, Colorsplash, Ribbet, Instagram, FotoFlexer, Lighroom, Fotor, Sumo Paint, Photogrid, Photoshop Express.</p>

<p>Crear grabaciones o programas de audio</p>	<p>AudioPal, Audioboom, RecordMP3, Chatterpix, Soundcloud, Voxopop, Vocaroo, Soundtrap, Voice-Recorder, Twisted-Wave, FileLab Audio Editor, HTML5 Audio Editor, Veeme, Smart Voice Recorder, Voki, 123apps, Doceri, Shureplus Motiv.</p>
<p>Crear grabaciones de video</p>	<p>Screencast-o-matic, IOS 11 Record, Apowersoft Free Online Screen Recorder, RenderForest, Screencastify, MediaCore Capture, Animated GIF Capture, Chipchamp, Movavi, Filmora Go, Recap, 123apps, Filmorago, My Simple Show, Powtoon, Videolicious.</p>
<p>Gestión de tareas</p>	<p>Remember the Milk, Toodledo, Grade-Mate, Google Calendar, MyNoteit, CollegeRuled, Wunderlist.</p>
<p>Infografías</p>	<p>Canvas, Adobe Spark, Tableau, Piktochart, Venngage, Marketing, Creative Market, Infogram, Piktochart, Wordle, Infography, Creately, Data Wrappwer, Geo-Commons, Google Public Data, Easelly, Dipty, Storytelling.</p>
<p>Wikis y blogs</p>	<p>Edublogs, Twitter, WordPress, Socialtext, WetPaint, PBworks, Wikispaces, Class Blogmeister, Weebly, Blogger, Wikia, Edmodo, MediaWiki, Tumblr, Livejournal, Xwiki, Pmwiki, Moinmoin, Jspwiki.</p>

<p>Plataformas y herramientas para emitir en <i>streaming</i></p>	<p>YouTube, Facebook Live, Periscope, Bebo, Instagram Live, Snapchat, Belive. Tv, Class On Live, Crowdcast, Strawpoll, Livestream, Younow, Stre.am, Fradie, Ustream, Twitch, Bigvenconder Live Streaming, Google Hangouts, Operator11, Stickam, YouCams, Kyte, Splashcast, Zoom.</p>
<p>Mensajería instantánea</p>	<p>WhatsApp, Facebook Messenger, Slack, Noysi, Social Shared, LinkedIn, Remind.</p>
<p>Microaprendizajes (<i>Microlearning</i>)</p>	<p>WaitSuite, Telegram, TED talks, TedEd, Twitter, Duolingo, Oreo, Bkue Seat, Tasty, Factorsim, blogs, wikis, microblogging, podcasts, Wolfram Alpha.</p>
<p>Colaboración</p>	<p>Course sites by Blackboard, G Suite, Google Cloud Platform, Classroom, Google Drive, Com8s, Edmodo, Schoology, Twiducate, Udemy, RCampus, Lectrio, Mahara, Edu 2.0, Moodle, Hootcourse, Tiching, Your Room, SocialGo, Chamilo, Openswad, Teachstars, Mcourser, Eduteka, Wiggio, ATutor, Docebo.</p>
<p>Sincronizar documentos</p>	<p>Hubic, Kablink, KZgunea, Wridea, Dropbox, CiteUlike, One Drive, Botefish, Mega, drop.io, Copy, Springnote, NoteMesh, Bitcasa, FruitNotes, Google Drive, Box, Tfolder, Soundcloud.</p>

Crear portafolios	Portfoliobox, Behance, Wix, Domestika, Behance, Eduportfolio, Squarespace, Carbonmade, 4ormat, Flickr, Tumblr, Facebook, Pinterest, Arcadina, Photoshelter, Wordpress, Blogspot, 500px.
Crear cuestionarios y evaluaciones	Quizlet, Nearpod, Educreations, Quizizz, Edpuzzle, Typeform, Survey Monkey.

La educación superior en este esquema tecnológico debe reevaluar su posición tradicional, puesto que está cambiando la forma de enseñar y aprender en la sociedad, y es un hecho que va a seguir por esta senda. Se comprende que se requiere del uso de las tecnologías y pedagogías emergentes para mejorar procesos académicos que muestran estar estancados, en la que existe diversidad de recursos digitales que pueden facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El *M-Learning* está muy relacionado con el *B-Learning* y por supuesto con el *E-Learning* (Castro et al., 2013), tanto así, que en la actualidad el uso combinado de estos procesos de aprendizaje se ha masificado, en el que se aprovechan diversas herramientas web, como las redes sociales, los blogs, podcasts, vodcast y las wikis, y más recientemente los códigos QR, la realidad aumentada, la realidad virtual, los metaversos, la enseñanza orientada a la acción (*learning by doing*), alumnos empoderados (*powerpupils*), *lifelong learning*, *Big Data*, *techno-craft*, *learning analytics*, *adaptive*

ebooks y el personal *learning enviroment*, entre muchos otros más.

Es precisamente esta potencialidad del *M-Learning* a la que muchas universidades le han apostado, debido al auge continuo de nuevos dispositivos móviles que traen consigo innumerables recursos para que su usuario interactúe con ellos, en particular los *smartphones*, *tablets*, *laptop* y videoconsolas, entre otros. Dicho esto, en la actualidad dentro del entorno educativo tanto estudiantes como docentes disponen de estas tecnologías, brindándoles la oportunidad de estar conectados y con acceso permanente a los contenidos y herramientas digitales, diseñados para su formación y enseñanza, respectivamente.

En el futuro se espera explorar las interfaces naturales de usuario, empleando los *smartphones* y *tablets* como medio de interacción en la que, a través del uso del lenguaje vocal y gestual, de movimientos de los brazos, manos u otras partes del cuerpo se pueda comunicar el estudiante o docente con un sistema inmersivo y ubicuo.

Es labor de las universidades, en cabeza de sus docentes e investigadores, poner a prueba la versatilidad del *M-Learning* en conjunto con el LMS y otras tecnologías relacionadas con las TIC, que permitan dar un impulso a la enseñanza digital, máxime cuando la comunicación es bidireccional en tiempo real, todo gracias a la ubicuidad que brinda la tecnología móvil. Por ejemplo, es un hecho que un gran porcentaje de estudiantes ya emplean en su *modus vivendi* los *smartphones*, por lo que direccionar su uso en el proceso enseñanza-aprendizaje es factible con costos

bajos. Además, diversas investigaciones corroboran (Aznar et al., 2019; Basantes et al., 2017) que con el uso de la enseñanza móvil (Vidal y Gavilondo, 2018) el estudiante denota más motivación, que se traduce en un mejor rendimiento académico.

Sobre el éxito del uso masificado del aprendizaje móvil en instituciones de educación superior, se sugiere consultar a Prasad (2016); de igual manera, existen pruebas como la del Tecnológico de Monterrey, que es un referente latinoamericano y mundial en la implementación de no solo del *M-Learning*, sino de diversas tecnologías emergentes. Otro referente es la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) y la Universidad de Vigo (Mora, 2013), que se caracterizan por la virtualidad en muchos de sus programas académicos, en los cuales el aprendizaje móvil es de uso común hace mucho tiempo.

Resulta oportuno mencionar lo que cita García (2017) frente al documento de la Unesco (2013) que se dirige específicamente a los responsables políticos, con la finalidad de orientar qué es el aprendizaje móvil y cómo aprovecharlo para mejorar la educación. En el documento se mencionan los potenciales beneficios de estas tecnologías, tales como sus posibilidades para:

- Ampliar el alcance y la equidad de la educación.
- Facilitar el aprendizaje personalizado.
- Proporcionar feedback y evaluación inmediatos.
- Habilitar el aprendizaje en cualquier momento

y en cualquier lugar.

- Asegurar un uso más productivo del tiempo que pasamos en clase (flipped classroom).
- Crear nuevas comunidades de aprendizaje.
- Apoyar el aprendizaje situado (realidad aumentada).
- Facilitar la continuidad de la experiencia de aprendizaje.
- Conectar el aprendizaje formal y el aprendizaje informal.
- Reducir la perturbación de la educación en casos de conflicto y desastres.
- Ayudar a los aprendices con discapacidades.
- Mejorar la comunicación y la administración.
- Minimizar los costes y maximizar la eficiencia.

Aunque el *M-Learning* promete ser una metodología ideal para la educación fuera del aula, también se plantean disyuntivas sobre su adopción en la educación superior, en particular la distracción del estudiante, la falta de apoyo del docente al uso de este tipo de aprendizaje y las políticas poco claras en cuanto a la participación en la clase; para ello se recomienda consultar a Coffin et al. (2015).



Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS)

Los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS) o Entornos Virtuales de Aprendizaje han comenzado a integrar tecnologías de aprendizaje adaptativo, ofreciendo analíticas y herramientas de visualización de datos (Becker et al., 2017). En este medio, actualmente existen plataformas muy bien posicionadas en el mercado educativo y empresarial como Moodle, Canvas, Chamilo, WordPress, Blackboard, Sakai, e-doceo, Learn Upon, ATutor, Dokeos, Claroline, Litmos, Edmodo, Desire2Learn, eColege, Frontier y webCT. La característica de estos entornos es que permiten la gestión de información *online*, al igual que realizar un seguimiento sobre la participación y rendimiento del estudiante en un determinado curso.

Aunque el LMS lo emplean la mayoría de instituciones de educación superior, como toda tecnología emergente, implica una evolución tendiente a flexibilizar este tipo de entorno, a lo que se le ha llegado a denominar como entorno de aprendizaje digital de próxima generación (Next Generation Digital Learning Environment, NGDLE). Esta propuesta está compuesta por una arquitectura de herramientas y recursos digitales de aprendizaje entrelazados por medio de estándares abiertos más dinámicos e interactivos (Po-

merantz, Brown y Brooks, 2018).

Otra de las herramientas que se está empleando recientemente sobre la plataforma LMS son los hipermedias adaptativos (acrónimo de Adaptive Hypermedia Systems, AHS) que, como afirman Lerís et al., (2015), son sistemas capaces de registrar las acciones del estudiante, de interpretarlas según el modelo de usuario asociado y, en consecuencia, de adecuar el proceso de aprendizaje al individuo. Este tipo de aprendizaje se aproxima medianamente al aprendizaje adaptativo, con la diferencia que se emplean más herramientas estándar TIC de seguimiento y control, que de inteligencia artificial.

Existe una variante LMS que tiene otro tipo de connotación, denominada como *Smart Sparrow*, que se basa en el aprendizaje adaptativo, cuyo enfoque está dado en que permite realizar una supervisión de los estudiantes conforme estos interactúan con los contenidos, en la que se identifican ideas y errores que pueden cometer en el proceso, mediante el uso de algoritmos basados en inteligencia artificial. Como ejemplo se cita a *Acrobatiq*, que en el *NMC Horizon Report (2017)* se señala que es una plataforma basada en ciencias cognitivas de la *Open Learning Initiative* de la Carnegie Mellon University, que busca reforzar el rendimiento de los estudiantes con el concepto de las competencias y los modelos híbridos, permitiendo que los diseñadores instruccionales –incluidos los de la National Louis University (Bethke, 2016)– creen cursos personalizados con funcionalidad de aprendizaje adaptativo.

En términos generales, las plataformas LMS están diseñadas para implementar múltiples recursos educa-

cionales como las MOOC, en las que se ofrece de esta manera a los estudiantes la posibilidad de mejorar su proceso de aprendizaje en temas particulares de una asignatura. De igual manera, se implementa material educativo complementario sobre la LMS, tal como se observa en la figura 3:

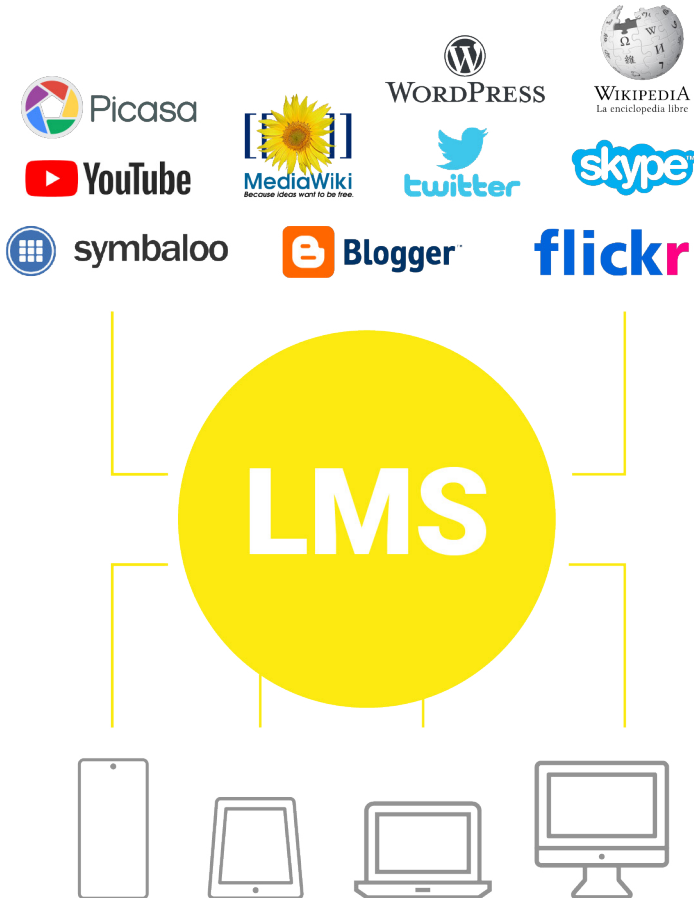


Figura 3. Representación general de un LMS (Learning Management System) o Sistema de Gestión de Aprendizaje en cuanto a integración de recursos digitales y tecnologías móviles o estándar.

Al observar la figura 4, un LMS facilita la incorporación de diversos recursos tales como: bibliografía, PDF, presentaciones, talleres, juegos de tipo gamificadores, enlaces con otros recursos web y cuestionarios, entre otras herramientas, lo que posibilita al estudiante disponer de gran material o recursos para su estudio, e igual para el docente, que le permite reforzar los temas vistos y evaluarlos según le convenga, al igual que le facilita la supervisión del aprendizaje al estudiante.

Un aspecto para tomar en cuenta es que la combinación del LMS con la formación presencial da un enfoque diferente en cuanto al diseño de un aprendizaje mixto. En este contexto, Becker et al. (2017, p. 10) indican que los estudiantes se han vuelto más adeptos a navegar en entornos digitales y a implicarse con contenido en línea, y que a la postre con el tiempo esta tendencia se ha convertido en un término genérico que abarca cualquier combinación de enseñanza tradicional y presencial –mixta– con métodos de enseñanza facilitada por la tecnología.



Tecnologías de aprendizaje adaptativo

El aprendizaje adaptativo se refiere a las tecnologías de seguimiento del progreso del estudiante, utilizando los datos para modificar la formación en cualquier momento (O'Connell, 2016). Esta tecnología es relativamente rápida en implementar, aproximadamente un año, caracterizándose porque está muy relacionada con el aprendizaje personalizado, la analítica del aprendizaje y la inteligencia artificial. Una particularidad de las tecnologías de aprendizaje adaptativo es que explora las capacidades o habilidades del estudiante por parte del docente, con el fin de acelerar su rendimiento mediante intervenciones automatizadas. Este tipo de tecnología beneficia a estudiantes cuya trayectoria académica ha sido deficiente, en la que se potencia el aprendizaje activo evaluando aquellos factores que ponen en riesgo finalizar sus estudios.

El aprendizaje adaptativo ha venido abriéndose camino en la educación en sus diferentes modalidades y niveles, en la que está demostrando su valía al mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, esto para el caso de la educación superior en la que existen antecedentes de su aplicación (Adams et al., 2017; Tyton Partners, 2016), y en la que se han desarrollado varias herramientas informáticas que permiten al estudiante salir adelante, con temas que les ha sido

difíciles de comprender. Como afirma Harding (2016), al usar herramientas adaptativas, a los estudiantes se les guía a través de conceptos fundamentales tales como estrategias de revisión por pares, argumentación y diseño de composiciones multimodales, permitiendo una comprensión mayor de estos conceptos antes de pasar a actividades más sofisticadas.

Otro aspecto por tener en cuenta, es que el aprendizaje adaptativo en un entorno *online* permite clasificar de forma automática a estudiantes según intereses compartidos, lo que posibilita a este sistema realizar recomendaciones acerca de los intereses individuales de los usuarios en cuanto a los hábitos de navegación por la web. Para realizar este tipo de tarea tan específica que engloba el aprendizaje colaborativo, se emplean algoritmos basados en inteligencia artificial (IA).

En cuanto a la formación de grupos adaptativos, la IA se encarga de crearlos con el fin de que estos aborden una tarea específica; podría sugerir parejas de estudiantes basándose en sus habilidades cognitivas o intereses, o basándose en conocimientos y habilidades complementarias (Sclater et al., 2016).



Internet de las cosas (IoT)

La Internet de las cosas la define la ITU-T Y.2060 (2012) como una infraestructura global para la sociedad de la información que permite servicios avanzados mediante la interconexión (física y virtual) de cosas basadas en información interoperable, existente y envolvente, así como en tecnologías de comunicación. La IoT o Internet de los Objetos (IdC) representa la próxima evolución de Internet, que es un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y, en última instancia, sabiduría (Evans, 2011). Este tipo de tecnologías requiere de conexiones remotas que permiten realizar un monitoreo permanente sobre determinadas variables que son censadas por dispositivos diseñados para tal fin. El plazo que se estima para la implementación de la Internet de las cosas en un entorno educativo es de dos a tres años, con tendencia a disminuir, debido al continuo avance en la conectividad y las telecomunicaciones en general.

Una particularidad del IoT es que los dispositivos conectados en red generan información sobre el aprendizaje de los estudiantes al interactuar con estos, de manera directa e indirecta. De forma directa es cuan-

do el estudiante interactúa con diversos sensores que activan actuadores y desarrollan tareas específicas, tales como sistemas de seguridad biométricos y controles de acceso, desarrollo de talleres de ingeniería, etc., en los cuales el profesor puede obtener información *in situ* del progreso académico del estudiante. En esta misma senda, el profesor puede realizar intervenciones específicas a aquellos estudiantes que muestren algún signo de depresión, incluso monitorear sus ciclos de vigilia, hábitos alimenticios y tiempos de ingesta, con el fin de establecer si su rendimiento e incluso su comportamiento está afectado por el tipo de alimentos que consume.

Aunque, como cita Calvin (2016), si bien estas innovaciones pueden mejorar la toma de decisiones y la prestación de servicios, los administradores deben tener en cuenta las implicaciones éticas de la recopilación de datos de los estudiantes y dar prioridad a la seguridad, transparencia y privacidad en ellos.

Para el caso indirecto, se entiende cuando se monitorea el acceso del estudiante al interior del campus, realizando un seguimiento de lo que realiza en términos de estudio, al igual que se mejora la seguridad y se reduce el consumo de energía en lugares donde no se requiere, optimizándose la conectividad en puntos en la que sí se precisa.

Otra aplicación de la IoT en las aulas, se enfoca al desarrollo de prácticas en las que se diseñan y construyen dispositivos que permitan monitorear determinadas variables del entorno, con el objetivo de que adquiera las habilidades necesarias para enfrentar el mundo laboral, en el cual se proyecta una creciente

demanda de trabajadores cualificados para el desarrollo de dispositivos IoT e integración de sistemas en diferentes escenarios sociales, culturales, transporte e industria.

El aprendizaje IoT se requiere para determinadas carreras de ingeniería, dado que la tendencia mundial es hacia y por la sistematización y conectividad de alta velocidad, en la cual las ciudades inteligentes (*Smart Cities*), cada vez más emplean *in situ* dispositivos conectados, y se obtiene gran cantidad de información que *a posteriori* se emplea para mejorar los diversos servicios públicos (mediante el uso del *Big Data* y la analítica de datos) y de paso minimizar el impacto al medioambiente, conservando e incluso conviviendo con los recursos naturales (ecotecnología, ecoarquitectología) (Márquez, 2012). Por ejemplo, Lima (2016) menciona el proyecto de desarrollo “Dubai Plan 2021”, que tiene como objetivo abordar la gestión del transporte a través de sensores de tráfico inteligentes, aplicaciones de tráfico móvil y automóviles autónomos; para ello la ciudad instaló 250.000 parquímetros inteligentes en el año 2018. Márquez (2012) plantea la medición de los signos vitales de una edificación a través del uso de sistemas de medición avanzados, que permiten el monitoreo continuo de una infraestructura ante las vibraciones del suelo, ráfagas de viento o cambios estructurales por fatiga.

El potencial de desarrollo de la IoT basado en dispositivos inteligentes está creciendo permanentemente, todo gracias a la incorporación del aprendizaje profundo (*Deep Learning*) y las máquinas de aprendizaje (*Machine Learning*). En este sentido, la inteligencia artificial ha empezado a dar sus frutos, a través de

los automóviles inteligentes que se conducen solos, hasta generar un autodiagnóstico sobre el estado de *software* o *hardware* específicos de un dispositivo.

Con estas proyecciones, la influencia de la IoT en el diseño de los programas de estudio va a ser apreciable ya que debe tener claro que la preparación de los estudiantes para un mundo laboral donde la tecnología marca la pauta, es la directriz por seguir, en la que cada vez más el mercado se expande en esta dirección creando nuevos puestos de trabajo; ejemplo de ello es la seguridad digital corporativa.

En cuanto a I+D, la IoT abre un sinnúmero de posibilidades de desarrollo de sistemas de monitoreo sobre el aprendizaje mediante la medición de variables de tipo emocional, usando tecnología *wearable*, es decir, dispositivos electrónicos que se incorporan al cuerpo humano (dispositivos vestibles) e interactúan con él y con otros dispositivos del entorno, verbigracia, el *smartwatch* y las gafas inteligentes, con los que se miden variables biológicas. Actualmente la tecnología *wearable* puede encontrarse en diversos escenarios, tales como:

Accesorios y complementos: anillos, relojes y pulseras que identifican la huella digital y almacenan información sobre la fisiología deportiva de un deportista, o la interacción de un usuario con otros dispositivos o elementos como puertas, encendido del vehículo, pago *online* y navegación por Internet, entre otros.

Industria textil: prendas inteligentes que permiten monitorear los signos vitales y transmitir la información al *smartphone*, sudaderas que iluminan en la noche

mientras contabiliza el tiempo y distancia recorrida, al igual que el número de calorías quemadas y nivel de desempeño (también se acompaña de zapatillas y sensores que registran el movimiento y corrigen posturas).

Seguridad laboral: sistemas localizadores GPS en diversos instrumentos de trabajo que permiten saber dónde se encuentra el trabajador, sensores de monitoreo de oxígeno y nivel de contaminación en entornos tóxicos. Los *smartglass* permiten grabar videos sobre las actividades que se realizan en entornos peligrosos.

Moda: ropa inteligente que se autoajusta a la forma del cuerpo y es autolimpiable, por lo que no requiere ser lavada en ningún momento; prendas de vestir biomiméticas que cambian de color según el estado de ánimo de su portador. También existen prendas que generan energía eléctrica mediante el movimiento cinético de la persona, cuya energía se emplea para recarga de los dispositivos móviles u otros sensores biométricos.

Medicina: va desde los dispositivos estándar como accesorios y complementos, hasta el desarrollo de biosensores que monitorean signos vitales y niveles de glucosa, entre otros parámetros fisiológicos. La información que se registra es enviada al dispositivo móvil del usuario o directamente al médico.

Educación: la enseñanza de la tecnología que soporta la IoT, con sus correspondientes aplicaciones, abre un sinnúmero de posibilidades a los educandos, no solo en cuanto a la adquisición de conocimientos, sino de

las habilidades que se requieren para afrontar los nuevos trabajos especializados en esta línea. Es así, que una de las primeras aplicaciones concretas del IoT en cuanto a enseñanza en educación superior es la que ofrece la Universidad Internacional de Florida, al crear el primer programa de Licenciatura en Gestión de Internet de las Cosas. Según Guijosa (2018), el título académico que se ofrece promete a sus egresados convertirse en especialistas tecnológicos en áreas de su elección, programadores de dispositivos conectados a Internet, expertos en ciberseguridad y diseñadores de *hardware*.

Inteligencia artificial (IA)

La inteligencia artificial es una de las ciencias de la computación que ha venido tomando fuerza en los últimos años, debido en parte a la rápida evolución de los procesadores de alta velocidad y al constante desarrollo de *software* que se ajusta a los requerimientos matemáticos y algorítmicos que precisa. El plazo para su implementación se estima entre cuatro a cinco años, con tendencia a disminuir debido en parte al desarrollo de algoritmos de optimización y procesadores cuya arquitectura es específica para el manejo de la IA, que ya se encuentran en equipos de cómputo y en dispositivos móviles. Por ejemplo, Apple, Qualcomm, Huawei y Samsung cuentan ya con soluciones físicas para la ejecución de código de *Machine Learn-*

ing y *Deep Learning* (Fernández, 2018).

La IA actualmente se ha diversificado en dos grandes campos, el aprendizaje profundo o *Deep Learning* (Buduma, 2017), y las máquinas inteligentes o *Machine Learning*, cada una aborda el aprendizaje mediante simulaciones algorítmicas sustentadas con diversos modelos matemáticos, por ejemplo, el aprendizaje automático. Cabe mencionar, que el aprendizaje profundo tiene grandes repercusiones en el entorno educativo, puesto que implica un cambio total de la forma como se ve y trabaja la educación, tal como afirman Ortega y Hernández:

Tiene que ver con el significado, la reinterpretación, comprensión, conexión y aplicación de conocimientos, vinculándose con la teoría constructivista; mientras tanto, el aprendizaje superficial (actual) no busca entendimiento y tiende a emplear estrategias de estudio superficial, como la memorización y la reproducción, el conocimiento queda en estado inerte, en tanto el sujeto no observa utilidad del mismo, dependiendo de motivaciones externas para el logro del aprendizaje (2015, p. 2015).

Otra área de la IA que trabaja en paralelo a los campos citados es la de las redes neuronales (ver figura 4), que persiguen imitar las funciones biológicas básicas de un cerebro humano, con el fin de desarrollar sistemas que sean capaces de interpretar y reaccionar ante estímulos como el sonido que representa palabras o imágenes para el reconocimiento de patrones, con los cuales un usuario interactúa de manera na-

tural con una máquina. Con esta premisa, la IA ya se implementa con ciertos contextos *online* tendientes a mejorar el aprendizaje mediante el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje adaptativo, que monitorean al estudiante en cuanto a su progreso en un determinado tema o asignatura.

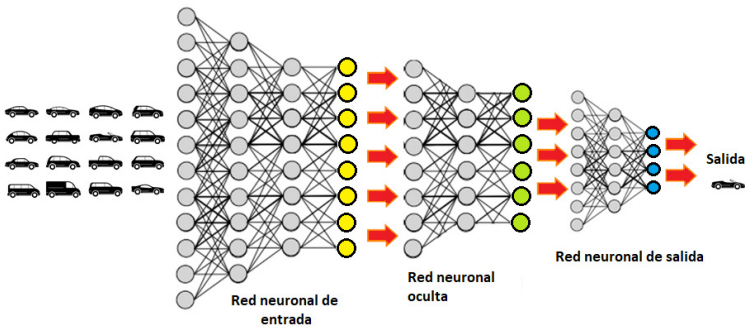


Figura 4. Ejemplo de red neuronal convolucional para aplicaciones de aprendizaje profundo. Como caso particular, la salida es la identificación de un vehículo de un grupo de imágenes.

El potencial que engloba la IA en la educación es muy amplio, en ella ya se desarrollan aplicaciones que ayudan tanto al profesor como al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, los asistentes virtuales que interpretan las señales verbales para responder conversaciones, imitando la interacción humana (Oremus, 2016). Sobre este tipo de asistentes en lo comercial está Siri de Apple, Cortana de Windows, Alexa de Amazon, Uber para pilotar de forma automática los vehículos, Jetblack de Walmart y AliMe de Alibaba, entre otros.

Para el caso de la educación superior, Johnson (2016) afirma que las posibilidades de los tutores virtuales y las herramientas de aprendizaje adaptativo más sofisticadas, chocan normalmente con la preocupación de que la tecnología, no importa lo humana que parezca, no puede ni debe reemplazar a los educadores. Sobre este punto se discute si verdaderamente el educador será reemplazado; tal como se expone a continuación, los tutores virtuales actúan como apoyo, no como sustituto del profesor.

La IA ha impulsado el aprendizaje automático, el cual ya se emplea en entornos profesionales, mejorando la productividad corporativa y académica. Este impulso se ha dado gracias a los desarrollos empleando librerías de *software* libre y códigos abiertos. Ejemplos de ello son: OpenAI, H₂O, Theano, Keras, Scikit-Learn, Jupyter, NLTK y TensorFlow de Google (Zaforas, 2017). Para el caso de la educación superior, la IA aplicada al proceso enseñanza-aprendizaje *online* está en continuo crecimiento, y permite, entre otras cosas, personalizar el aprendizaje, que como señala Johnson (2016) se adapta conforme a las necesidades propias de cada estudiante, realizando un seguimiento sobre su rendimiento y participación en una determinada asignatura. Con este criterio, se puede realizar una recopilación de información puntual sobre cada estudiante y realizar un análisis personalizado sobre los temas y asignaturas en las cuales él presente dificultades, y de esta manera proporcionar por parte del docente la retroalimentación del caso.

Como se observa, la IA ya ha incursionado en las aulas y promete cambios sustanciales en la forma como se enseña y aprende, en la cual la tecnología ejerce

un rol fundamental en este sentido. Como menciona Fuerte (2017), gracias a estas nuevas tecnologías, los educadores pueden crear contenidos personalizables, rastrear y monitorear el rendimiento de los estudiantes y crear programas adaptativos de aprendizaje.

Cabe mencionar sobre el tema de la retroalimentación académica, que cuando el docente no se encuentra disponible, se emplean los tutores virtuales de IA, —que están en desarrollo para diferentes campos del saber—, lo que supondrá un gran avance en la educación, puesto que el estudiante tendrá a la mano un sistema omnipresente que permanentemente estará monitoreando su aprendizaje y estableciendo las estrategias más idóneas para mejorarlo. Con esta afirmación no se quiere dar a entender que el papel del docente sea reemplazado; por el contrario, los tutores virtuales de IA son un respaldo y ayuda al proceso de enseñanza, máxime cuando el maestro tiene a su cargo grupos numerosos y le es imposible brindar atención de manera individual o personalizada. Newton (2016) afirma al respecto que, en las aulas *online*, los tutores de IA pueden interrumpir las clases de video para hacer preguntas directamente a los estudiantes y reproducir fragmentos del video si se piensa que al estudiante le está costando entender un tema específico.

El desarrollo continuo en la IA supone grandes cambios en la educación en lo general. Sobre este tema existen detractores que dicen que existe un riesgo latente de usar la inteligencia artificial de manera desmedida, lo que presupone dificultar el progreso de esta ciencia, puesto que no es ningún misterio que sus desarrollos se están extendiendo rápidamente a

otras disciplinas, en las cuales la robótica ha sido la más receptiva, tanto en el campo civil como militar. La tendencia es crear sistemas robóticos cada vez más parecidos al ser humano, en los cuales los científicos centran sus investigaciones en diseñar cerebros robóticos que emulen muchos procesos equivalentes al que realiza un cerebro humano, a lo que se suma los vehículos autónomos que ya son un hecho, incluyendo los drones y otros tipos de sistemas incorporados en la industria para automatizar procesos.

La inteligencia artificial cada vez explora nuevos campos de la ciencia y la ingeniería: el reconocimiento de patrones automáticos, los sistemas de asistencia personalizados (en los que se aplica la teoría del aprendizaje computacional y el razonamiento informal, un ejemplo son los auriculares de traducción simultánea) para personas con algún tipo de discapacidad física o cognitiva, aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural (que están siendo desarrollados para la próxima generación de automóviles y aviones inteligentes), redes generativas antagónicas y otros sistemas acoplados a tecnologías del hogar, entre otros.

Otro tipo de aplicaciones de IA enfocados a las telecomunicaciones, que están tomando mucha relevancia son: la compresión de datos de imágenes, traducción de lenguaje hablado en tiempo real y servicios automáticos de información. Para el caso de la medicina, la IA se emplea para la detección de diversos tipos de cáncer (Márquez, 2019), diseño de prótesis, optimización de tiempo en tareas de trasplante y genómica computacional, entre otros.

Interfaz natural de usuario (NUI)

En la tecnología de las NUI (en inglés, Natural User Interface) se estima para su implementación un periodo de entre cuatro a cinco años aproximadamente, con tendencia a disminuir de forma ostensible debido a las nuevas metodologías de desarrollo ágil y al continuo avance de aplicaciones basadas en IA. El porqué de este tiempo radica en que su desarrollo depende de las nuevas tecnologías que salen al mercado, con las cuales el usuario interactúa con ellas de diversas formas, por pulsación, por voz, por arrastre, o por reconocimiento facial o gestual, que conducen a realizar movimientos con la mano, el brazo y el cuerpo o mediante el lenguaje natural.

La idea de este tipo de interacción con los dispositivos está inclinada por lo general con tecnologías como los *smartphones*, tabletas, consolas de videojuegos, televisores inteligentes y demás tecnologías móviles inalámbricas, incluyendo dispositivos *wearables* como los *smartwatches*, que el usuario manipula de manera natural e intuitiva. En este sentido, la tecnología háptica (Do et al., 2012) ha venido abriéndose camino en el mercado, no solo el de los videojuegos, sino en la industria, la investigación científica y la educación, ya que permite explorar las sensaciones tácti-

les y otros sentidos en el usuario, llevándolo a nuevos niveles de sensación y emoción. Para ello, se requiere de sensores, actuadores y *software* especializado que permitan realizar la simulación del tacto físico, brindando con ello una sensación de inmersión total.

Como las NUI se pueden encontrar en diversos dispositivos, la educación superior las está aprovechando mediante desarrollos que facilitan al estudiante la interacción y manipulación de información a través de las tecnologías del aprendizaje. En términos comerciales, las tecnologías por voz biométrica o asistentes de voz son la que más han sido implementadas por la industria, por ejemplo, Google (API de Google Cloud Speech, Google Assistant y Google Allo), Amazon (asistente Alexa en el dispositivo Echo), Apple (asistente virtual Siri) y Bixby de Samsung, entre otros.

Otro tipo de NUI que ya está en el mercado, cuyas aplicaciones en la educación son amplias, son las gafas inteligentes, muy superiores a las originales Google Glass, que permiten detectar movimientos de la mano, navegar por Internet, comunicarse con otros dispositivos móviles, incluyendo los *wearables*, y proporcionar texto virtual. Aplicaciones puntuales de las NUI se encuentran en el campo de la formación médica, en el cual se guía al estudiante en asistir a un paciente digital sobre alguna afección clínica, incluyendo cirugías de bajo y alto riesgo mediante simulaciones. Otra aplicación está relacionada con el desarrollo de prótesis robóticas controladas mediante interfaces de señales neuroeléctricas. En cuanto a la industria, las NUI se emplean en el campo automotriz, aeronáutico, aeroespacial y robótica avanzada, entre otros.

En materia de educación, con las NUI se da un mayor acceso a las personas con algún tipo de discapacidad, por lo que las tecnologías de dispositivos móviles se están adaptando según las necesidades de los usuarios en cuanto a su aprendizaje y comunicación. Por ejemplo, sensación táctil mediante inducción eléctrica que permita la lectura de textos e interacción con objetos virtuales en 3D y medición de olores a través de biosensores (narices electrónicas), etc.

Las tecnologías de realidad aumentada y la realidad virtual integradas con las NUI están permitiendo el desarrollo de nuevas interfaces que permiten innovar en la enseñanza y el mercado de los servicios. De igual manera, el aprendizaje automático y el *Big Data* al ser integrados con las NUI, más otras tecnologías inmersivas, permitirán analizar grandes cantidades de información, en las cuales la virtualidad y ubicuidad van a ser el eje de la navegabilidad, tanto por Internet como por la propia ciudad (*Smart Cities*) a través de los diversos sensores instalados por doquier (IoT), en las calles, puentes, edificaciones y vehículos, principalmente.

Para finalizar, existen otro tipo de interfaces humano-computador a parte de las NUI, que presentan un enfoque diferente, en cuanto a funcionalidad y a diseño, ya que su propósito varía según el usuario y tarea por realizar. En consecuencia, se habla de interfaces de línea de comandos (CLI), interfaz textual de usuario (TUI), interfaz gráfica de usuario (GUI), interfaz de enfoque de usuario (ZUI) e interfaz de usuario orgánica (OUI), entre otras, que se resumen de forma gráfica en la figura 5, cuya aplicación es diversa según la tecnología sobre la cual se disponga.

Figura 5. Interfaz de usuario humano-computador.

Interfaces humano computador

NUI



CLI



OUI



GUI



TUI



ZUI



Un aspecto por considerar sobre por qué hay tantas clases de interfaces humano-computador parte del hecho de que la interacción con las máquinas se ha venido incrementando, lo cual posibilita, como señalan Lopera et al. (2018) nuevas formas de comunicación y mando, no solo con dispositivos como teclados y *mouse*; por el contrario, se siguen explorando nuevas formas de interactuar como: sistemas táctiles, detección de gestos, y lectura de bioseñales neuronales y musculares, entre otras.



Conclusiones

La omnipresencia de la tecnología en el contexto de la educación superior está fomentando aún más la flexibilidad y la adaptación tanto del estudiante como del maestro al proceso de la enseñanza-aprendizaje, en el cual la masificación frente al uso de los dispositivos móviles va cuesta arriba, y en la que se mejora la conectividad y el ancho de banda para la consecuente implementación de diversos recursos digitales y servicios. A este segmento se suma la computación en la nube (que en la actualidad sus mayores representantes son Amazon, Tencent, Google, Microsoft, Baidu y Alibaba) y las nuevas arquitecturas computacionales, en las cuales el desarrollo de chips especializados, que incluye inteligencia artificial, abre un nuevo nicho del mercado en el cual las máquinas ayudan a

la toma de decisiones al humano, o simplemente estas las toman por él.

Las ciencias de la computación están cambiando la forma como se procesa y almacena el conocimiento, y se está acercando rápidamente al orden de los exabyte (10^{18} bytes), lo que promete que los sistemas de cómputo, incluyendo la tecnología móvil, estarán más omnipresentes que nunca. Las sociedades actuales son cada vez más dependientes de la tecnología y la educación en general no puede cerrar los ojos y desconocer lo que está pasando a su alrededor. Los currículos deben ser adaptados a la tecnología de manera proporcional a las necesidades que van surgiendo en este sentido, en las cuales enseñanza y aprendizaje son cada vez más dinámicos, adaptativos, personalizables y escalables. Por ende, los cambios en la dinámica de la enseñanza en las diferentes carreras universitarias son inevitables; de hecho, están surgiendo nuevas propuestas de carreras sustentadas netamente en la tecnología, mientras que otras presencian el ocaso.

Otro aspecto para tomar en cuenta a mediano plazo es que debido a los continuos desarrollos y descubrimientos en mecánica cuántica, se está allanando el camino hacia la computación cuántica, en la que ya se han arrojado varios casos de éxito en cuanto a flujo de información procesado; lo que supone a un futuro no muy lejano, un crecimiento exponencial de nuevo conocimiento, en el que no se vislumbra límite alguno. Con este hecho, la demanda de información y conocimiento de las nuevas generaciones de estudiantes estará fundamentada en tecnologías de alta velocidad con una ubicuidad sin precedente alguno,

en la cual la inteligencia artificial y la robótica van a ser el común de estas sociedades. Por consiguiente, la educación en todos sus niveles y modalidades, tal como la conocemos actualmente, deberá evolucionar y adaptarse a estas nuevas necesidades y tendencias tecnológicas, por lo que es bueno repensar lo que se está haciendo en cuanto a la incorporación y uso de las TIC, y las tecnologías y pedagogías emergentes dentro y fuera del aula de clase.

Con el auge de las tecnologías y pedagogías emergentes, el profesor cuenta con diversos recursos que le facilitan la enseñanza, con los cuales la tecnología móvil muestra ser un recurso ideal tanto para el estudiante como para el profesor, cuya dependencia puede ser aprovechada para facilitar el acceso al conocimiento. En este sentido, el uso de otros recursos tecnológicos como el Internet como complemento a la tecnología móvil a través de plataforma virtuales y recursos TIC, abre un sinnúmero de oportunidades en la educación superior, haciendo repensar su labor en la sociedad y formulando nuevos paradigmas educativos que propendan por un proceso de enseñanza-aprendizaje más personalizado e inclusivo, en el cual las barreras físicas simplemente no existen, ya que el acceso al conocimiento es de todos y para todos.

En cuanto a la incorporación del IoT en la educación en general, se plantea un sinnúmero de interrogantes en torno a su integración y uso, máxime cuando se monitorea a profesor y estudiante de manera permanente. También, con el IoT se abre la posibilidad de interactuar con diversos dispositivos dispuestos en diferentes escenarios conectados permanentemente

vía Internet, sea este alámbrico o inalámbrico, por lo que el acceso a la información es prácticamente ilimitado, proyectando de esta manera desarrollos de ideas conducentes a mejorar la calidad de vida de las personas, que en materia de educación no es la excepción; ejemplos de ello es la investigación sobre dispositivos y tecnologías emergentes para medir la percepción inteligente envolvente, creación de interfaces virtuales y sistemas ubicuos, entre otros.

Conforme las instituciones de educación superior incursionen cada vez más en el uso de la computación en la nube o *cloud computing*, están abriendo el camino para la integración del uso masificado del IoT, que permitirá la recolección, gestión y administración de gran cantidad de información, que podrá ser procesada y analizada mediante técnicas como el *Big Data* o la analítica de datos, entre otras, facilitando a las instituciones la toma de decisiones tendientes a mejorar las experiencias de aprendizaje y enseñanza de estudiante y maestro, respectivamente, sumado a una mejora en la funcionalidad y operatividad de sus instalaciones. Así, con el IoT se espera mejorar las experiencias de aprendizaje, con el subsecuente progreso en los resultados académicos que *a posteriori* se acreditarían en un formato digital seguro.

Con todas estas propuestas tecnológicas, la educación del siglo XXI está siendo revaluada permanentemente, organizándose de tal manera que los escenarios educativos cada vez más se fundamentan en las TIC y en las tecnologías emergentes, propiciando de esta manera cambios en el actuar del educador y el educando, en el que instituciones y Gobierno no son ajenos a esta revolución emergente.

Referencias

Adams, B. S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, G. C., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.

Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes. ¿Pedagogías emergentes? En J., Hernández, M., Pennesi, D., Sobrino y A., Vázquez. (Coords.), *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp. 13-32). Espiral.

Aznar, D. I., Cáceres, R. M., Trujillo, T. J. M. y Romero, R. J. M. (2019). Mobile learning y tecnologías móviles emergentes en Educación Infantil: percepciones de los maestros en formación. *Revista Espacios*, 40(5), 14-22.

Basantes, A. V., Naranjo, M. E., Gallegos, M. C., y Benítez, N. M. (2017). Los Dispositivos Móviles en el Proceso de Aprendizaje de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(2), 79-88. <http://doi.org/10.4067/s0718-50062017000200009>

Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Glesinger, C. y Ananthanarayanan, V. (2017).

Resumen informe Horizon. Edición 2017. Educación Superior. The NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), Departamento de Proyectos Europeos.

Boateng, R. (2017). *Electronic Learning in Higher Education: A Reader.* Createspace Independent Publishing Platform.

Buduma, N. (2017). *Fundamentals of Deep Learning. Designing Next-Generation Machine. Intelligence Algorithms.* O'Reilly Media.

Calvin, H. (2016). *Internet of Things: Coming to Your Campus Soon.* <https://edtechmagazine.com/higher/article/2016/08/Internet-things-coming-your-campus-soon>

Calvo, G. S. (2012). Entornos personales de aprendizaje en red: relación y reflexión dialéctico-didáctica a partir de plataformas virtuales. *Rev. Iberoamericana de Educación*, 60,173-190.

Castro, S., Clarenc, C., López de Lenz C., Moreno, M. y Tosco, N. (2012 y 2013). *Analizamos 19 plataformas de E-Learning.* Investigación colaborativa sobre LMS. Congreso Virtual Mundial de E-Learning.

Coffin, T., Lyke, H. y Evans, A. (2015). *Mobile Device Usage 2015. 2015 Report on the Use of Mobile Devices for Academic Purposes at the University of Washington.* <https://itconnect.>

uw.edu/learn/research/mobile-device-usage-2015/

Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes, ¿cuáles usamos? *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 8(3), 494-503. http://www.lajpe.org/sep14/13_LAJPE_899_Sonia_Concari.pdf

Contreras, B. L. y González, G. K. (2017). Nuevas funciones docentes para la gestión del conocimiento en la web social. *Revista Academia y Virtualidad*, 10(1), 95-106.

Day, G. S., Schoemaker, P. H. y Gunter, R. E. (2001). *Gerencia de las Tecnologías Emergentes. Las nuevas tecnologías dan origen a empresas y revolucionan las existentes*. Vergara Business.

Do, P., Homa, D., Ferguson, R. y Crawford, T. (2012). *Robotics, Humanoid Robotics, Haptics Rendering and Applications*. Book edited by Abdulmotaleb. El Saddik (Ed). <http://doi.org/10.5772/26481>

Edutrens. (2019). *Una mirada crítica. Edutrends credenciales alternativas*. Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey.

Evans, D. (2011). *Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Documento técnico. https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/Internet-of-things-iot-ibsg.

pdf

Fernández, A. Server, G. y Carballo, R. (2006). Aprendizaje con nuevas tecnologías, paradigma emergente. ¿Nuevas modalidades de aprendizaje? *Rev. Electrónica de Tecnología Educativa*, (20), 1-24.

Fernández, S. (2018). *Procesadores de inteligencia artificial para móviles: qué son y para qué sirven*. <https://www.xatakamovil.com/ desarrollo/procesadores-de-inteligencia-artificial-para-moviles-que-son-y-para-que-sirven>

Fuerte, K. (2017). Estas son las habilidades que serán clave en el futuro automatizado. *Tecnológico de Monterrey*. <https://n9.cl/eu2w>

García, A. L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 9-25. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>

González, K. y Rincón, D. (2013). El docente-prosumidor y el uso crítico de la web 2.0 en la educación superior. *Sophia*, (9), 79-94.

Guijosa, C. (2018a). *Nace la licenciatura en gestión de Internet de las cosas*. <https://cutt.ly/jrUyAvn>

Guijosa, C. (2018b). *Tendencias y desafíos de la educación superior rumbo al 2023*. <http://cort.as/-SAXG>

Harding, L. (2016). *English Composition incorporates adaptive learning into classroom*. University of Georgia. <https://ovpi.uga.edu/news/english-composition-incorporates-adaptive-learning-into-classroom>

Horizon Topics. (2017). *Research Question One: Important Developments in Educational Technology*. <http://horizon.wiki.nmc.org/Horizon+Topics>

Johnson, E. (2016a). *Adaptive Learning Platforms: Creating a Path for Success*. <https://er.educause.edu/articles/2016/3/adaptive-learning-platforms-creating-a-path-for-success>

Johnson, E. (2016b). *Robots won't replace teachers because they can't inspire us*. <https://www.recode.net/2016/6/22/11985726/robot-teachers-artificial-intelligence-course-ara-daphne-koller>

Lagunes, A., Tafur, L. y Giraldo, J. (2017). Propuesta de Flipped Classroom para el desarrollo de las competencias genéricas en estudiantes de ingeniería. *Rev. Ingenierías USBMed*, 8(1), enero-junio, 43-48.

Lerís, D., Veá, F. y Velamazán, A. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos. *EKS*, 16(4), 138-157. <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516138157>

Lima, J. (2016). *5 of the biggest Internet of*

Things smart city projects from around the world. <https://www.cbronline.com/news/Internet-of-things/5-mega-smart-city-projects-from-around-the-world-4881856/>

Lopera, S. R., Botero, H. O., Galenao, E. O., Becerra, B. M. y Saldarriaga, C. J. (2018). *HCI - Interfaces Humano-Computador orientado a la Inclusión Social*. Fondo Editorial Pascual Bravo.

Lowendahl, J. M. (2014). *Hype Cycle for Education 2014*. Gartner.

Márquez, D. J. (2012a). *Materiales compuestos y neoarquitectura*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. <https://www.arqhys.com/arquitectura/materiales-compuestos-neoarquitectura.html>

Márquez, D. J. (2012b). *Ecoarquitectología y construcción*. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. <https://www.arqhys.com/arquitectura/ecoarquitectologia-construccion.html>

Márquez, D. J. (2018a). Seguridad metropolitana mediante el uso coordinado de drones. *Revista Ing. USBMed*, 9(1), 39-48. <https://doi.org/10.21500/20275846.2955>

Márquez, D. J. (2018b). 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. (2019a). *Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para mejorar el rendimiento académico de la asignatura de Cálculo I en la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca*. Tesis de doctorado, Universidad de Baja California, Tepic-Nayarit, México.

Márquez, D. J. (2019b). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para mejorar la enseñanza de las matemáticas. En D. J., Márquez (Ed., Comp.), *Educación, ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo 21* (pp. 16-42). Editorial Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Colombia.

Márquez, D. J. (2019c). Early identification of non-melanoma cancer and actinal keratosis through artificial vision. *Revista Compusoft*, An international journal of advanced computer technology, 8(3), 3079-3087. <http://dx.doi.org/10.6084/ijact.v8i3.786>.

Melnick, S. y Barraza, J. M. (2015). *Internet de las Cosas (IoT), web 3.0 y la Revolución Móvil: el acceso a la nueva mente colectiva tecnológica*. Icrean.

Mora, F. (2013). El Mobile Learning y algunos de sus beneficios. *Revista Calidad en la Educación Superior*, 4(1), 47-67.

Newton, C. (2016). *¿Can AI fix education? We asked Bill Gates. How personalized learning is changing schools*. <https://www.theverge>.

com/2016/4/25/11492102/bill-gates-interview-education-software-artificial-intelligence

O'Connell, A. J. (2020). *The Blurry Definitions of Adaptive vs. Personalized Learning. Educators still use "adaptive" and "personalized" learning interchangeably. Does it matter?* <https://campustechnology.com/articles/2016/12/20/the-blurry-definitions-of-adaptive-vs-personalized-learning.aspx>

Oremus, W. (2019). *Terrifyingly Convenient.* http://www.slate.com/articles/technology/cover_story/2016/04/alexa_cortana_and_siri_aren_t_novelties_anymore_they_re_our_terrifyingly.html

Ortega, C. y Hernández, A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Ra Ximhai*, 11(4), 213-220.

Pomerantz, J., Brown, M., y Brooks, C. (2018). *Foundations for a Next Generation Digital Learning Environment: Faculty, Students, and the LMS.* Educause.

Prasad, K. (2016). Mobile Learning Practice in Higher Education in Nepal. *Open Praxis*, 8(1), 41–54.

Prieto, M. (2018). *Las 5 tendencias en el Hype Cycle de tecnologías emergentes 2018 de Gartner.* <https://smart-lighting.es/tendencias-tecnologias-emergentes-2018-gartner/>

Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M. y Fernández, A. (s. f). *Mobile Learning. Nuevas realidades en el aula*. Grupo Océano, Digital-Text.

Sclater, N., Peasgood, A. y Mullan, J. (2016). *Learning Analytics in Higher Education. A review of UK and international practice, full report*. Jisc.

Tyton Partners. (2016). *Learning to Adapt 2.0: The Evolution of Adaptive Learning in Higher Education*. <http://tytonpartners.com/tyton-wp/wp-content/uploads/2016/04/yton-Partners-Learning-to-Adapt-2.0-FINAL.pdf>

Unesco. (2013). *Unesco policy guidelines for mobile learning*. Unesco.

Utrera, G. F. (2012). *Estrategias web 2.0 para la enseñanza*. Calameo.

Vidal, L. M. y Gaviñondo, M. X. (2018). Docencia y tecnologías móviles. *Educación Médica Superior*, 32(2). <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1545/660>

Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. En G. Veletsianos, (Ed.), *Emerging technologies in distance education* (pp. 3-22). Athabasca University Press.

Walker, M. J. (2017). *Hype Cycle for Emerging Technologies*. Gartner.

Y.2060. (2012). *Serie Y: Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Inter-*

net y redes de la próxima generación. Redes de la próxima generación – Marcos y modelos arquitecturales funcionales. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Zaforas, M. (2017). *TensorFlow, o cómo será el futuro de la Inteligencia Artificial según Google.* <https://www.paradigmadigital.com/dev/tensorflow-sera-futuro-la-inteligencia-artificial-segun-google/>

TIC y tecnologías emergentes en la educación superior



Jairo E. Márquez D., Arles Prieto M.

Introducción

En este capítulo se abordan temas relacionados con las características de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y su nexos con las tecnologías emergentes y pedagogías emergentes, todas ellas enfocadas en el contexto de la educación superior en sus diferentes modalidades. Para ello, se inicia mostrando la importancia de las TIC en el entorno social y de su impacto en el ámbito sociocultural, político y educativo, que se engloba en los conceptos de capital tecnológico y capital cultural. De igual manera, se expone cómo las TIC están influyendo en la edu-

cación superior y de su potencial impacto en el futuro, propendiendo por nuevos paradigmas en la forma como se genera el proceso enseñanza-aprendizaje.

Un concepto asociado a las TIC son las tecnologías emergentes, y parte de ellas están dirigidas al ambiente educativo en el que se exploran los nuevos desarrollos tecnológicos conducentes a contribuir a una enseñanza dinamizada, en la cual el aula de clase no actúa como un límite de esta. En este sentido, las metodologías de enseñanza sustentadas en la virtualidad y la tecnología móvil tienen mucho que aportar, ya que actúan como sustento a nuevas estrategias educativas tales como: el aprendizaje electrónico (*E-Learning*), el aprendizaje híbrido (*B-Learning*), el aprendizaje móvil (*M-Learning*), el aprendizaje ubicuo (*U-Learning*) y el aprendizaje social (*S-Learning*), entre otros, los cuales han venido demostrando su validez en el entorno educativo mediado por las TIC y tecnologías emergentes.

Para el caso de la educación superior, tanto las TIC como las tecnologías emergentes han generado una explosión de posibilidades en cuanto a la manera de transmitir el conocimiento, en la cual la tecnología computacional y las telecomunicaciones en general marcan la diferencia en contraposición a la educación tradicional. Por ende, con este esquema tecnológico, el educando ha venido cambiando sus hábitos de estudio y el docente la forma de transmitir el conocimiento.

Es innegable que Internet ha marcado la pauta de cambio de la educación superior en todo el mundo, y ahora con las comunicaciones móviles de última

generación (4G+ y 5G), la forma de acceso al conocimiento es mucho más fácil, cuya tendencia es hacia la ubicuidad e inmersión total, en las cuales al estudiante se le presenta un acompañamiento personalizado, que puede ser por el docente o por un sistema basado en inteligencia artificial, que incluso lo puede monitorear durante toda su carrera universitaria.

Con estas tecnologías en mente, muchas instituciones de educación superior ya evalúan permanentemente su quehacer en la sociedad del conocimiento. Por lo tanto, hablar actualmente de educación híbrida y flexible es un hecho para el estudiante y la sociedad en general, dado que sobre él recae la responsabilidad de su aprendizaje, estableciendo el tiempo y el espacio para ello. Es así que la educación virtual y a distancia se han venido convirtiendo en nuevos nichos del conocimiento, creando los espacios digitales ideales para afianzar el proceso enseñanza-aprendizaje en un entorno digital, indistinto de las ideologías, condición social y factores socioeconómicos.



Capital tecnológico y capital cultural

En el artículo “El capital tecnológico, una nueva especie del capital cultural, una propuesta para su medición”, los autores, Casillas et al. (2014) realizan un análisis acerca de las TIC, vista esta como un capital tecnológico en la educación superior en México,

cuyas implicaciones en el campo educativo general está replanteando la forma de enseñar y transmitir el conocimiento a una sociedad cambiante. Es así que, con la revolución tecnológica, la educación se ha visto avocada a reestructurar la forma de transmitir el conocimiento y la educación superior no ha sido la excepción. Con la incorporación de las tecnologías de la información en las aulas, se cambió la cultura de la enseñanza y el aprendizaje a lo que se ha llegado a definir como cultura digital, que los autores en mención la definen como *capital tecnológico*. Esta experiencia es similar a la que se vive actualmente en las instituciones de educación superior en Colombia, con ciertas variantes, tal como se expondrá más adelante.

La cultura digital dentro del entorno universitario está soportada por las políticas gubernamentales a través de la implementación y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación en general. Con las TIC al servicio de la educación, se pretende generar un cambio social y cultural, en el cual el educando, educador e institución, se apropien sobre el uso de las herramientas digitales para la enseñanza, en la que se espera se adquieran las habilidades y saberes necesarios requeridos en un mundo globalizado y competitivo. Es importante anotar que el estudio planteado por los autores se hizo en México, y en él se enfatiza que no todo el sector educativo es participe del uso de las TIC, presentando una segregación al respecto y, por ende, la discusión acerca de la inequidad de este recurso tecnológico en las diferentes modalidades y niveles de educación.

Por lo anterior, se afirma que no existe un diagnóstico que permita conocer sobre la disposición que tienen

tanto maestros como estudiantes en el uso de las TIC en su quehacer académico, dado que los estudios que hay se limitan puntualmente a instituciones universitarias, en las cuales los resultados en algunos casos no son concluyentes. Esta situación es similar a la que se vive actualmente en Colombia, que aunque la mayoría de instituciones de educación superior o IES emplean las TIC en sus diversas carreras, no implica que se usen de manera apropiada por los docentes y estudiantes en todas ellas. Este uso de las TIC por parte de las IES se ha convertido en una necesidad, en la cual el Gobierno colombiano ha impulsado su aplicación al interior de las aulas, y se han presentado buenos resultados.

La incorporación de las TIC en la educación superior dejó de ser hace mucho tiempo una moda, asumiendo un rol fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, creando nuevos paradigmas en cuanto a cómo, por qué y para qué se enseña dentro y fuera del aula. Por consiguiente, las metodologías y pedagogías se han visto permeadas por la tecnología digital, haciendo que estas se tornen dinámicas, propendiendo por reevaluar permanentemente la forma en la que se transmite y se crea nuevo conocimiento. Así, las IES han tenido que adaptarse a estos cambios, brindando la oportunidad de ampliar su campo de acción de enseñanza, pasando de lo presencial a lo virtual o a distancia.

El capital tecnológico incorporado a la comunidad educativa comprende tanto la socialización básica (que se refiere a los antecedentes en el acceso a las TIC), el grado de apropiación tecnológica (que tiene que ver con el dominio de las TIC) y el grado de afini-

dad que tienen las personas respecto de las TIC (Casillas et al., 2014). En este sentido, la incorporación de las TIC en la educación superior presenta una estructura en cuanto al saber, en el cual los autores lo clasifican con base en las competencias, habilidades y aptitudes en el manejo de las herramientas digitales, las cuales no son arbitrarias porque su planteamiento está sustentado en los estándares y directrices de organismos internacionales tales como la Unesco.

El capital tecnológico es considerado como un capital cultural, que deriva en los saberes digitales e informacionales que Casillas et al. (2014, pp. 33-35) lo agrupan de la siguiente manera:

- *Manipulación de archivos.* Manejo local (memorias USB, CD, DVD, MicroUS) y global (cómputo en la nube) de archivos.
- *Administración de dispositivos.* Uso de dispositivos digitales tales como: tablet, teléfonos móviles, portátiles e impresoras. A esta lista se le debe adicionar los phablets, los smartphones o teléfonos inteligentes y los wearables.
- *Programas y sistemas de información propios de la disciplina del sujeto.* Empleo de programas relacionados con el campo de estudios, en particular, uso de revistas electrónicas, pá-

ginas web, blogs, wikis, bases de datos especializadas, bibliotecas virtuales y repositorios de contenido.

- *Creación y manipulación de contenido de texto y texto enriquecido.* Uso de funciones de edición (formato del texto, imágenes, hipervínculos, comentarios, índices automáticos, citas, numeración, revisión de ortografía) en procesadores de texto y funciones de presentación en programas administradores de presentaciones.
- *Creación y manipulación de datos.* Uso y administración de conjuntos de información, bases de datos y hojas de cálculo.
- *Creación y manipulación de contenido multimedia.* Crear, capturar, grabar, transferir, visualizar, editar, conversión de audio, video e imagen.
- *Comunicación.* Uso de WhatsApp, chat, correo electrónico, redes sociales, plataformas de aprendizaje distribuido, blogs, videollamadas y mensajes de texto.
- *Socializar y colaborar.* Uso de servicios de web social para seguir, leer, publicar (en blog), participar en foros, consultar wikis y uso de las

redes sociales.

- *Ciudadanía digital*. Uso de las grafías en contextos diversos de comunicación, uso de emoticones, palabras abreviadas, omisión de reglas ortográficas, tipo de letra diferente al estándar (color, tamaño, tipo de fuente), uso exclusivo de mayúsculas, uso de lenguaje formal/informal; así como consideraciones de seguridad para la publicación de información en web (contraseñas, geolocalización), integridad de información (antivirus, respaldos, accesos a sitios web) y uso responsable de la información y servicios informáticos (licencias de autor y software libre).

- *Literacidad digital*. Estrategias de creación de contenido, búsqueda y validación de información especializada en buscadores y repositorios digitales.

Es innegable que la conectividad y los diversos recursos TIC que el mercado tiene implementado más los que están en proceso de implementación, todos estos como fruto de las tecnologías emergentes, brindan a los estudiantes, docentes e instituciones de educación básica, media y superior, diversas herramientas y medios para la gestión y administración de la información relacionada con el proceso de ense-

ñanza-aprendizaje. Por ende, las universidades dentro de su propia infraestructura, brindan los servicios de conectividad y medios tecnológicos para que el estudiante, los docentes y administrativos interactúen con las diversas herramientas TIC que la institución tiene a su haber, y a la vez permite que se exploren los demás servicios y herramientas digitales para la enseñanza que en la web se pueden encontrar por medio de los dispositivos móviles que cada uno posee.

Con base en lo anterior, surge una problemática enmarcada sobre el uso racional y apropiado de los recursos TIC relacionados con la conectividad y navegabilidad a través de Internet, debido a que los fines académicos pasan a un segundo plano, siendo remplazados por el factor social. Como exponen Alarcón y Ortiz en su artículo “Estudiantes, profesores y TIC”, acerca del uso de las TIC en la educación superior:

Entre sus resultados encontraron que tener la infraestructura adecuada no significa que en realidad represente un avance en el desarrollo académico de los universitarios, tal vez la preocupación de la Universidad ha quedado en el plano meramente tecnológico, pero hace falta la planificación acerca del uso de esta (2012, p. 42).

En resumen, se puede afirmar que en los espacios académicos universitarios se presenta el fenómeno de la apropiación tecnológica por parte de su comunidad, lo que está permitiendo ampliar el espectro de los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro y fuera de las aulas de clase, lo cual hace replantear la forma de transmitir el conocimiento, en aspectos de carácter metodológico y pedagógico que tienden a ser revaluados conforme al surgimiento de nuevos paradigmas de la educación mediada por las TIC y las tecnologías emergentes.

Las TIC en la educación

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el sector de la educación superior en Colombia han venido tomando mayor fuerza, todo ello con base en la incorporación permanente de nuevas herramientas digitales al entorno académico, impulsados por el propio Estado fruto de las tecnologías emergentes, que han abierto la posibilidad del aprendizaje y enseñanza dentro y fuera del aula de clase, a través del uso del computador o por medio de los dispositivos móviles.

Las TIC han roto el paradigma de las aulas tradicionales, migrándolas literalmente al plano digital, en el cual el proceso de enseñanza-aprendizaje es más flexible al no existir ningún tipo de barrera espacial y tempo-

ral, llegando de esta manera a una mayor cantidad de población estudiantil y diversificando de esta forma el conocimiento, por medio de nuevas herramientas informáticas, de aplicaciones móviles y de *hardware* a la medida, todos ellos soportados por las últimas tecnologías en comunicación e información. Es así, que han surgido nuevos paradigmas de la educación relacionados con el nuevo papel que desempeñan los docentes y alumnos en el rol de consumidores (prosumidores) de las tecnologías emergentes, que se adaptan a estas, fomentando con ello nuevos desarrollos y propuestas pedagógicas y metodológicas que satisfagan sus necesidades de conocimiento dentro y fuera del aula de clase.

De igual manera, con el uso de las TIC las barreras físicas de la educación se han venido superando en muchos países, en particular Latinoamérica (Unesco, 2013), en la que cada vez más aparecen a disposición de las instituciones de educación, de los maestros y alumnos, diversidad de herramientas digitales para la enseñanza, con las cuales el conocimiento se hace más global y de carácter colaborativo. Por ejemplo, para el caso de Colombia, quien está a cargo de dar impulso al uso e implementación de las TIC en la educación en sus diferentes niveles ha sido el Gobierno nacional, a través de su Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, cuya razón de ser y actuar está según la Ley 1341 de 2009. Esta colaboración se entiende no solo desde el aspecto cognitivo, sino también de las experiencias pedagógicas de las instituciones, personas y grupos que trabajan con las tecnologías emergentes, y en cierta medida se convierten en pioneros de estas. Gracias a ello, existen diversas herramientas digitales para la enseñanza

que se han implementado con éxito en la educación superior, como caso particular el *E-Learning* a través de plataformas virtuales como Moodle o Blackboard, entre otras, a la que se suma más recientemente las MOOC (Massive Open Online Course, o cursos masivos abiertos en línea) con sus diversas variantes, según necesidades propias de enseñanza-aprendizaje.

Cabe señalar, que la propuesta de las MOOC surge cuando en 1999 el MIT lanzó su proyecto OpenCourseWare (Regalado, 2012), que actualmente es un consorcio conformado por cientos de universidades de todo el mundo y que llega a cientos de miles de estudiantes, sin distinción de raza, religión, factor económico o nivel de educación. Estas dos tecnologías por sí solas han dado un vuelco a la educación tradicional, potenciando el conocimiento digital mediante el fomento de las aptitudes y habilidades ajustadas a unas competencias que el maestro define mediante diversas herramientas web 2.0, 3.0 e incluso 4.0, en las cuales se supone que existe un compromiso innato que debe poseer el estudiante para su propio autoaprendizaje fuera del aula, claro está con el acompañamiento apropiado del tutor o maestro.

Los MOOC presentan ciertas características que los hace distintivos de otros tipos de aprendizaje, como son:

- El entorno de aprendizaje es abierto, por ende, el número de participantes es mayor. En este sentido puede ser cerrado, limitando el número de participantes, por ejemplo un curso, en el cual la consulta de este material educativo es permanente.

- Los MOOC se imparten online u offline, por lo que en ciertos casos se requiere de una conexión a Internet para su acceso y consulta en cualquier momento. Aunque muchos cursos permiten la descarga de los MOOC conforme el curso avanza.
- La participación de los estudiantes es de forma masiva, por lo que el apoyo académico se realiza no solo por parte del docente sino por la comunidad que participa en el curso.
- Los MOOC por lo general están acompañados por información y recursos bibliográficos complementarios.
- La experiencia del aprendizaje es dinámica ya que paralelo al uso de las MOOC, se pueden implementar otras herramientas virtuales que actúan como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El docente instructor deja de ser el centro del conocimiento y asume un rol de guía para quienes participan en los MOOC, a través de aclarar dudas en los foros, realizar observaciones y aportar con recursos académicos, que le permiten al es

tudiante apropiarse del conocimiento de manera más fácil.

El aprendizaje electrónico (*E-Learning*) y el aprendizaje híbrido (*Blended Learning*) en la actualidad se han convertido en herramientas de gran apoyo a la educación en sus diferentes niveles y modalidades, que aún están tras las barreras físicas, dando impulso a la educación virtual, a distancia e híbrida, y siendo un elemento muy importante en conjunto con las TIC en materia de educación formal y no formal, tanto así, que muchas directivas gubernamentales se sustentan en ello para formular sus políticas de educación.

Las instituciones de educación superior de gran prestigio en el mundo han incursionado con éxito en la educación virtual e híbrida; así, a inicios de su implementación este servicio se ofrecía gratis y ahora se ha vuelto un negocio rentable que deja grandes dividendos, sumado a que han desplegado una serie de opciones de educación especializada para quienes deseen continuar con determinados cursos a un nivel superior, cuyo caso más representativo es el uso de la herramienta multimedia MOOC, que está muy bien consolidada en el mercado académico. Ejemplos de ello son las plataformas educativas *online* (SCOPEO, 2013), tales como: Coursera, Udacity, edX, Udemy, Codecademy, Khan Academy, SkilledUp, Academic Earth, Canvas Network, MiríadaX, Xuetangx y Futurelearn, entre otros.

Las MOOC por ser fruto de las tecnologías emergentes ha venido evolucionado con el paso del tiempo, tal es el caso de los formatos tipo SPOC (Small Private

Online Course), que son MOOC más ajustados a necesidades específicas de la enseñanza, como cursos de nivelación o propedéuticos; en consecuencia, no están disponibles para todo el público y se desarrollan conforme a las necesidades propias de una institución en particular.

Otra variante de los MOOC son los COOC (Corporate Open Online Course), que representan cursos diseñados por y para la propia organización, en específico para todos o un grupo de empleados. Peñalvo y Pardo (2015) citan a Donald Clark (2013), quien señala una taxonomía de ocho tipos de MOOC, e indica que pueden situarse en cualquier punto del espectro de los tradicionales cursos *online* (transferMOOC, madeMOOC, synchMOOC, asynchMOOC, adaptiveMOOC, groupMOOC, connectivistMOOC, miniMOOC). Por su parte, Gráinne (2013) propone 12 dimensiones para clasificar los MOOC (apertura, masividad, uso de multimedia, densidad de la comunicación, grado de colaboración, itinerario de aprendizaje, aseguramiento de la calidad, grado de reflexión, acreditación, formalidad, autonomía y diversidad).

Como se aprecia, los MOOC están en permanente evolución y presentan diferentes variantes al mercado educativo. Hood y Littlejohn (2016) han sugerido abandonar el acrónimo MOOC a favor de nuevos títulos que capturen con mayor precisión el diseño particular y los propósitos de cursos específicos: hMOOC (MOOC híbrido), MOOR (Massive Open Online Research), MOOL (Massive Open Online Lab), DOOC (Cursos Colaborativos Abiertos Distribuidos), POOC (Cursos Participativos Abiertos en Línea) y SPOC (Pequeños Cursos Privados en Línea). Cabe aclarar que la mayoría de MOOC citados corresponden a los de

tipo XMOOC (MOOC eXtended).

También se encuentra en el mercado digital educativo emergente, la combinación de los MOOC (Fundación Telefónica, 2015) con los conceptos de entornos personales de aprendizaje (PLE), las redes de aprendizaje personal (PLN) y la clase invertida (*Flipped Classroom*), que forman parte de la modalidad del *B-Learning* (García, 2013). Para el caso de la clase invertida, los contenidos de aprendizaje que yacen en los MOOC permiten ser aprovechados por los estudiantes fuera del aula, de tal manera que se aprovecha el tiempo de clase, mejorando por parte del docente aquellos temas de mayor complejidad para el educando y favoreciendo en el proceso al aprendizaje significativo. Cabe señalar que estos aprendizajes con el actual desarrollo de la tecnología móvil se han venido integrando de manera permanente con esta, diversificándose y dando paso al aprendizaje mediante dispositivos móviles o *M-Learning*.

En cuanto a los PLE (Cabero et al. 2011) y los PLN (Calvo, 2012), estos emplean diversas herramientas y recursos de información disponibles en la web, como también algunos recursos físicos que buscan mejorar los procesos y prácticas, conducentes a mejorar las cualidades metacognitivas relacionadas con el conocimiento digital.

En los últimos años se viene explorando una herramienta digital denominada como *Gamification* (Kapp, 2012), como opción de enseñanza virtual, en la que se integran los videojuegos a los MOOC, con el fin de motivar a los estudiantes a que aprendan jugando, incor-

porando diversas técnicas motivacionales mediadas por reglas de juego predefinidas. Otra alternativa de herramienta digital son los metaversos, entendidos estos como mundos virtuales caracterizados para la educación, haciendo énfasis en el diseño de un entorno sobre el cual el estudiante va a interactuar en un campus y aulas virtuales por medio de un avatar.

Para Vázquez y Sevillano (2015), los metaversos son espacios virtuales de recreación del mundo real donde los usuarios, normalmente con un avatar o un pseudónimo, interactúan con otros usuarios en un sinnúmero de situaciones cotidianas. Naya et al. (2012) definen los metaversos como entornos virtuales, conocidos también como MUVE (Multi-UserVirtual Environments), que poseen un formato que deriva de los MMORPG (Massive Multiplayer Online Role-Playing Games) aunque, a diferencia de estos, no poseen *a priori* un objetivo o meta por cumplir, como sucede en un videojuego.

En el caso de la interacción de un metaverso con un MOOC, debe realizarse a través de Moodle directamente instalándolo en un curso previamente creado, o montando los *links* (URL) de conexión a un servidor web (por ejemplo, YouTube o el servidor de la Universidad). Para que exista la conexión entre Moodle y el mundo virtual, se requiere de una herramienta de *software* que actúe como puente de comunicación denominado Sloodle. Esta herramienta funciona bajo *software* libre, que para el caso del mundo virtual es OpenSim (Opensimulator, 2018). Sin embargo, existen otras plataformas de metaverso libres y propietarias que permiten la implementación de los MOOC tales como: Second Life (Smith y Berge, 2009), Entropia

Universe, Grépolis y Goal United, entre otras. Un ejemplo de un mundo virtual es el que se muestra en la figura 1, en la que se simula un par de espacios académicos de la Universidad de Cundinamarca, extensión Chía, sobre los cuales se les ha adicionado recursos TIC que pueden ser consultados a través de un dispositivo móvil mediante la lectura de códigos QR.





Figura 1. Mundo virtual o metaverso creado mediante Opensimulator, para que estudiantes y maestros naveguen por las instalaciones de la Universidad consultando los diversos recursos TIC relacionados con la asignatura de matemáticas.

Como se aprecia, las opciones que brindan las tecnologías emergentes no tienen fin, y cada vez más surgen nuevas propuestas conducentes a ser incorporadas o fusionadas con herramientas web existentes en mercado, tal como se ha expuesto. Quizá la próxima evolución de los MOOC en conjunto con la educación virtual vengán acompañados por tecnologías a la medida mucho más avanzadas, como el Internet de las cosas y las redes 5G, que han empezado a entrar en operación, por lo que se espera que en pocos años la ubicuidad estará más activa e imbricada en la vida de las personas, las 24 horas del día, los 7 días a la semana.

Un ejemplo sobre lo señalado en el párrafo anterior son las experiencias sensoriales de forma remota, hologramas en sistemas móviles, asistentes personales basados en inteligencia artificial, máquinas de aprendizaje e Internet interplanetario, esto sin dejar a un lado la inminente transición de la computación actual a la computación cuántica, cuyos cambios en el tratamiento y flujo de información cambiarán para siempre la forma como el hombre la almacena y procesa, y en la cual la educación no está exenta de este gran avance.



Las TIC y el entorno educativo

Las TIC en la actualidad tienen un rol muy importante en el sector de la educación en sus diferentes niveles y modalidades, y han venido transformando las estrategias pedagógicas y metodológicas al interior de las aulas de clase, reduciendo con ello la brecha entre el aprendizaje y el conocimiento. Para el caso particular de Colombia, con el programa Gobierno en Línea (MinTIC, 2010) mediante el Decreto 1151 de 2008, busca empoderar a la sociedad en adoptar una posición proactiva en su aprendizaje e interacción con las herramientas digitales para la enseñanza, que se encuentran a su disposición por medio de canales de comunicación alámbricos e inalámbricos, públicos como privados, en los cuales no solo las instituciones de educación básica, media y superior se beneficien

de ello, sino la comunidad en general a través de las iniciativas estatales, gubernamentales y municipales. La idea de esta iniciativa es tener a todo el país interconectado a Internet, lo que posibilita llegar a cada comunidad con información y educación digital, indistinta de qué tan remota se encuentre de los centros urbanos.

En la actualidad, el mencionado programa ha dado sus frutos y ha abierto iniciativas de ciudades y territorios inteligentes, capacitaciones a funcionarios públicos y colaboradores, impulso al uso de los datos abiertos y *software* libre y creación del portal único del Estado colombiano (gov.co). También se han realizado avances significativos en iniciativas como: Marco de interoperabilidad, Acuerdo marco de precios adjudicados, Arquitectura TI y estándares, Acuerdos marco de precios de TI, Proyectos de transformación digital, Servicios ciudadanos digitales, Historia clínica electrónica y Expediente electrónico (Gobierno Digital, 2019).

Los estudios relacionados con la implementación de las TIC en el entorno educativo son relativamente amplios, mas no lo relacionado con el uso de las tecnologías emergentes, que es bastante limitado. La razón de este fenómeno subyace en que las instituciones de educación superior, aunque implementan las TIC en su praxis académica e investigativa en cierto grado, no lo hacen en la misma proporción que las facultades, al igual que no todos los profesores las emplean por las diversas razones que sea. A este panorama se suma el escaso conocimiento que se tiene sobre las nuevas herramientas digitales para la enseñanza disponibles en el mercado y la poca investigación que

existe acerca de este tema.

Es conveniente enfatizar que el trabajo con las TIC requiere de una planificación y estudio pormenorizados, máxime cuando se habla de implementarlo en la educación superior porque el entorno sociocultural y socioeconómico no puede dejarse de lado, tal como afirma Rodríguez (2011):

Existen problemas por parte de los estudiantes como el acceso restringido a la tecnología y a los servicios de apoyo, la falta de habilidades tecnológicas, pobres habilidades de lectura y académicas, y resistencias en el manejo de las tecnologías. Por otra parte, problemas de las instituciones y del profesorado: el abuso del uso de las TIC por encima de la reflexión pedagógica, la falta de formación y velocidad de los cambios (2011, p. 11).

Como expresa Pozos (2011), se requiere poner a prueba la versatilidad de las tecnologías digitales en la práctica docente, que es una de las tareas pendientes en la docencia y en la investigación para conseguir un adecuado aprovechamiento de los últimos avances tecnológicos relacionados con las TIC. Es por ello, que se requiere profundizar más en lo investigativo sobre cómo las tecnologías emergentes pueden influir en la educación superior, mediante el mejoramiento continuo del proceso de enseñanza-aprendizaje; esto posibilita la innovación en métodos o metodologías que respondan a los estilos y necesidades que exigen los estudiantes y el medio social, en el presente y en el futuro.



Tecnologías emergentes en la educación superior

La educación en todos sus niveles y modalidades están sufriendo una trasmutación de lo analógico a lo digital, en la cual los instrumentos de enseñanza y de aprendizaje son actualmente el Internet, el computador personal y los dispositivos móviles, estos últimos con un mayor arraigo en los consumidores jóvenes.

Otras tecnologías emergentes que paulatinamente se están incorporando al modelo educativo son el Internet de las cosas, el aprendizaje profundo, el aprendizaje reforzado, la minería de datos y las máquinas

de aprendizaje, entre muchos otros. En un futuro no muy lejano, la computación cuántica será la que va a sentar el punto de quiebre de la forma en la que se gestiona y administra la información a la humanidad, y su impacto en la sociedad y la educación no tendrá precedente alguno, por lo tanto el que se empleen las TIC de manera masificada en la educación es un preámbulo de lo que se avecina dentro de algunos años en materia de tecnología ubicua y procesamiento de ultraalta velocidad.

En contraposición a la educación tradicional, las tecnologías emergentes son dinámicas y tienden a ser flexibles en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual la información se encuentra disponible en la web, cuyas herramientas de acceso son los diversos dispositivos móviles y computadores, que garantizan la ubicuidad de los servicios vs. estudiante y docente. Es así como se encuentran recursos tecnológicos para ser aplicados e implementados a la educación en general, en la que se eliminan las fronteras físicas para su acceso llegando a las comunidades más apartadas.

También con las tecnologías emergentes se abren nuevas formas de promover la educación *online* y *offline*, en la que se garantiza la igualdad de oportunidades en cuanto al acceso a la información, aprovechando los diversos métodos de comunicación según las necesidades y disponibilidades técnicas y tecnológicas que tenga a la mano el estudiante, el docente y la institución de educación. La razón de ello obedece a que se desarrollan herramientas digitales a la medida, es decir, con base en las necesidades propias del individuo o de la asignatura en cuestión.

Las tecnologías emergentes manejan su propia dinámica de evolución, por lo que su implementación e impacto varía de un país a otro, incluso de una región a otra, al igual que de un entorno corporativo como educativo, sean estos ubicados en un medio urbano como rural, dado que las herramientas digitales web se implementan conforme a los medios de comunicación y tecnologías existentes, por ejemplo: la tecnología móvil 4G a 4G+ varía en cuanto a su ancho de banda y servicios, —por lo que pensar en 5G implica cambios sustanciales en la infraestructura tecnológica—, por ende, muchas aplicaciones estarán o no disponibles para un estudiante o maestro, según la zona geográfica en la que se encuentre.

Otro aspecto por tener en cuenta es que algunas herramientas digitales requieren de conectividad para su funcionamiento (*online*), mientras que otras no (*offline*). En esta medida, se establece que existen una serie de requerimientos técnicos y tecnológicos para los equipos móviles, en cuanto a conectividad, planes de datos y navegabilidad, que deben ser tomados en cuenta a la hora de trabajar con las TIC por parte del profesor, el estudiante y la institución.

Es indudable que las tecnologías emergentes engloban elementos propios de las TIC, cuyo desarrollo inicial fue hacia la industria, que posteriormente se expandió a otros campos como la educación, en el que el impacto ha sido tal, que ha transformado el paradigma de la forma en la cual se transmite el conocimiento. Desde el surgimiento de la web 1.0, el desarrollo de herramientas pedagógicas digitales cambió, dando paso a la web 2.0, que luego derivó en las web 3.0 y 4.0, las cuales han aportado desarrollos con di-

versas aplicaciones o plataformas móviles y *desktop*, en las cuales docente y estudiante pueden interactuar dentro o fuera del aula de manera asíncrona o síncrona, según se disponga.

Conforme las tecnologías emergentes incursionan con mayor fuerza en la educación superior (Márquez, 2017), están modificando los procesos pedagógicos y metodológicos, flexibilizando los currículos y las pruebas estandarizadas según la tecnología hace parte más activa de estos. Con esta afirmación no se quiere decir que la educación tradicional haya sido sustituida, solo se ha venido adaptando y transformando a estos cambios, y no solo en el aspecto técnico y tecnológico, sino generacional; de ahí que en parte muchos docentes sean reticentes a adoptar las TIC en sus aulas de clase.

En cuanto al uso de material didáctico, el tablero o la pizarra han venido cambiándose progresivamente por la pizarra digital, el televisor, el proyector, el computador, los dispositivos móviles inteligentes, la impresora 3D, los visores de realidad virtual, etc. Para el caso de los libros, aún cumplen su funcionalidad y utilidad, no en la misma intensidad que hace algunos años atrás, puesto que actualmente tanto estudiantes como docentes los combinan con la consulta de libros digitales e información disponible en Internet, como Wikipedia, Google Academic y bibliotecas digitales en general.

Gran parte de las herramientas digitales para la enseñanza están asociadas a las web 2.0 y 3.0, que forman parte de las tecnologías emergentes y son fácilmente accesibles desde un computador de escritorio

o dispositivo móvil, por lo cual su uso es constante hoy día tanto para estudiantes como para docentes, indistinto si se está dentro o fuera del aula de clase. Por consiguiente, se espera que con el uso adecuado de estas herramientas se potencien las habilidades individuales y colectivas del educando, en la que él acceda y comparta información en audio, video, texto o imágenes, o todas combinadas.

La educación superior está siendo expuesta a diversas propuestas tecnológicas, facilitando de esta manera la aprehensión del conocimiento dentro y fuera de sus aulas, replanteando de paso las metodologías y pedagogías tradicionales, llevándolas a ser reformuladas con base en las tecnologías emergentes, en las cuales la situación del aprendizaje es más rica y variada (Márquez, 2018). Esto implica de facto grandes desafíos, no solo en la parte tecnológica, sino también en el modelo curricular, en el que tanto institución como maestro estén dispuestos a romper con el paradigma tradicional de la educación superior. Esto lleva a pensar que se debe mirar con atención las tendencias de la educación basada en las TIC, teniendo en cuenta un periodo de implementación y adaptación de herramientas digitales basadas en las tecnologías emergentes que no supere los cinco años, tal como se cita en el informe *NMC Horizon Report* en los últimos años, al igual que los retos pedagógicos inherentes a este tipo de cambio.

Tecnoeducación emergente

Las tendencias en la educación actual establece que el aprendizaje debe ser participativo y colaborativo, en el que existe a la par otro tipo de aprendizaje de carácter significativo y multimodal. Las tecnologías emergentes y TIC promueven el autoaprendizaje, por lo cual se requiere que los docentes diseñen los contenidos o guíen a los educandos para prepararlos y fortalecer la autodisciplina en ellos. Dicho esto, existen diferentes niveles, modelos y modalidades de la educación relacionada o mediada por las tecnologías y los modelos tecnoeducativos.

Algunos modelos tecnoeducativos que son recurrentes en la literatura, son descritos por Olivares et al. (2016) quienes sostienen que pueden ser implementados en la educación superior, considerando que el desarrollo de un modelo podría no ser suficiente para fines pedagógicos, por lo que se deben complementar varias propuestas (modelo ecléctico tecnoeducativo), tal como se describen a continuación:

1. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Propone una enseñanza reflexiva em

pleando la tecnología actual y herramientas digitales que la acompañan.

2. Laboratorio Móvil Tecno-Educativo / Laboratorio Móvil Computacional. En este tipo de espacios, docente y estudiantes convergen en el uso de las TIC y tecnologías emergentes dispuestas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de equipos de cómputo portátiles o de mesa en un entorno controlado.
3. Modelo de ecología de aprendizaje. Toma en cuenta el uso racional de las TIC en la educación, al igual que las tecnologías que la soportan como Internet, la nube y los dispositivos móviles. También contempla las propuestas, medios y recursos digitales que abren nuevas opciones para el acceso a nuevo conocimiento, como recursos educativos abiertos (PhET Interactive Simulations, Universia, OER Commons, Connexions, Khan Academy, MERLOT y Portal de REA, entre otros), prácticas educativas abiertas (PEA), MOOC, *M-Learning*, etc.
4. Modelo de Comunidad de Indagación (Community of Inquiry). Este modelo propone la integración de tres tipos de presencia: social, cognitiva y docente, las cuales no son excluyentes una de la otra, propendiendo de esta manera a fomentar el

aprendizaje colaborativo.

5. Modelo de Jonassen. Se enfoca al diseño de ambientes de aprendizaje con el modelo constructivista, compuesto por seis etapas que se resumen así: casos, preguntas, proyecto o problema; casos relacionados; recursos de información; herramientas cognitivas; conversación y colaboración; y social/apoyo del contexto.
6. Modelo Heutagógico (aprendizaje autodeterminado y seleccionado). Se basa en la influencia de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula de clase. Se intenta con este modelo ir más allá de las funciones tradicionales de muchas herramientas tecnológicas que hoy se usan y verlas desde una perspectiva educativa que permita al docente y al estudiante generar, compartir y valorar el conocimiento (Olivares et al., 2016).
7. Online Interaction Learning Model. Este modelo se basa en los recursos síncronos y asíncronos que dispone la web 2.0 para la educación, lo que implica el uso de recursos como el *E-Learning*, el *B-Learning* y el *M-Learning* para mediar el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en un enfoque constructivista social.

De los modelos expuestos, se infiere que al incorporar las TIC y tecnologías emergentes disponibles para el entorno educativo, el quehacer docente debe revaluarse periódicamente, debido a que se debe conocer sobre qué plataformas, aplicativos o *hardware* son los más pertinentes a la hora de llevarse a la práctica académica, de tal manera que garantice la aprehensión del conocimiento, sin que ello implique una gran inversión en infraestructura tecnológica y sobrecarga cognoscitiva para el estudiante. Esto lleva a establecer la selectividad en el tipo de herramienta(s) para trabajar en el aula de clase o fuera de ella, que garantice y actúe como ente facilitador del maestro y el estudiante respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje.

De lo anterior, se deduce que se está ante el surgimiento de una tecnoeducación a gran escala, que emerge como una opción más al proceso de enseñanza-aprendizaje contemporáneo, por lo que puede adoptarse como la base de una reingeniería a la educación en general, en la cual el papel del docente no ha sido relegado en ningún momento, simplemente se ha abierto la posibilidad para que este innove y adquiera habilidades, siendo creativo e incursione en nuevas prácticas pedagógicas y metodológicas que faciliten la transmisión del conocimiento, en el cual las barreras físicas y del lenguaje pasan a un segundo plano, y la preocupación se centra en el tipo de tecnología y herramientas conexas a esta, que respondan a las necesidades propias de cada individuo, grupo o comunidad.

En cuanto al aporte que realizan las tecnologías emergentes en materia de aprendizaje y su relación con la tecnoeducación, existen propuestas que han

venido tomando fuerza en los últimos años, tales como: el aprendizaje participativo y colaborativo, al igual que el aprendizaje significativo y multimodal, los cuales actúan como elementos complementarios al modelo educativo formal y no formal, en sus diferentes niveles y modalidades, generando un cambio de paradigma en el rol del maestro y el estudiante. En consecuencia, el profesor deberá adaptar su modelo de trabajo, en el que desarrolle un material educativo apropiado para tal fin (Fromm, 2015) que se ajuste al modelo curricular de la institución.

Un aspecto para tener en cuenta es que, al incorporar diversas herramientas web disponibles en la actualidad en el entorno educativo, el quehacer docente debe reevaluarse periódicamente, dado que se debe conocer sobre qué plataformas, aplicativos o *hardware* son los más pertinentes a la hora de llevarse a la práctica académica, de tal manera que garantice la aprehensión del conocimiento, sin que ello implique una gran inversión en infraestructura y tecnología. Esto lleva a establecer la selectividad en el tipo de herramienta(s) para trabajar en el aula de clase o fuera de ella, que garantice y actúe como ente facilitador del maestro respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esta selección debe tomarse con medida, puesto que lo más aconsejable es la revisión de experiencias previas en otros ambientes de aprendizaje, con el fin de evaluar si vale la pena o no incorporar estas nuevas herramientas en la educación, llámese formal o no formal. La tarea investigativa en este sentido es fundamental por parte de los docentes e instituciones porque con ello se está verificando la valía de las herramientas escogidas, a lo que se suma el aporte

significativo a la comunidad académica en general al socializar los resultados y experiencias adquiridas. El poder aprovechar estos recursos tecnológicos en diferente medida es importante para la academia porque se le está facilitando al estudiante diversas maneras de hacerle llegar nuevos conocimientos, que quizá con la educación formal sería imposible o poco práctico hacerlo.

Acerca del aprendizaje multimodal, cabe mencionar que está relacionado directamente con los diversos ambientes de aprendizaje, que han venido implementándose mediante las herramientas web hace más de una década, demostrando excelentes resultados, en instituciones de educación básica, media y superior, y que ahora son base de otras tecnologías emergentes. Ejemplos de ello, se tiene el *Electronic Learning* (Barberá, 2008; Boateng, 2017) el *Blended Learning* (Stein y Graham, 2014) y el *Mobile Learning* (Ally y Prieto, 2014); cada uno maneja un enfoque particular, es decir, el primero depende de la red de Internet para que le permita al estudiante aprender vía *online* (aula virtual), utilizando diversas herramientas informáticas diseñadas para tal fin; el segundo combina la enseñanza virtual (actualmente *E-Learning 2.0*) con la enseñanza presencial, ambos términos fusionados en el concepto de enseñanza semipresencial (Hinojo y Fernández, 2012), cuyo grado de implementación ha sido masivo en el mundo, con grandes resultados, facilitando el acceso al estudio a más personas, debido a la flexibilización de contenidos y de los medios tecnológicos.

En cuanto al aprendizaje móvil o *M-Learning*, se enfoca en el uso de los diversos dispositivos móviles con

acceso a Internet para la enseñanza y el aprendizaje, el objetivo está dirigido a que el estudiante pueda acceder a los contenidos en cualquier momento y lugar, facilitando con ello la aprehensión del conocimiento fuera del aula (Elizondo et al., 2010).

Una herramienta que en la actualidad ha venido tomando fuerza es el Learning Analytics (LA) o analítica de aprendizaje, que es un tema de gran importancia debido a la dimensión conceptual y contextual respecto a las TIC y a la trazabilidad de la educación, indistinto de sus niveles y modalidades. La analítica de aprendizaje se puede definir como el registro y posterior análisis de información cualitativa y cuantitativa, mediante las técnicas de la minería de datos (*Data Mining*) y *Big Data* sobre los hábitos y comportamientos que presenta un estudiante a lo largo de su trayectoria académica, en un proyecto, curso o carrera, en la que se estudian tópicos relacionados con el aprendizaje e interacción con el *E-Learning*. Esto indica que los datos registrados crecen de manera exponencial, exigiendo de ciertas técnicas y herramientas computacionales para poder extraer información relevante para un posterior estudio, por lo que surgen subcampos de las técnicas anteriores, denominados como minería de datos educacional (EDM) y *Big Data* educacional.

Rojas (2017) cita a Romero y Ventura (2007), los cuales afirman que el EDM está centrado en desarrollar métodos para explorar tipos de datos únicos, provenientes de conjuntos de datos educacionales, utilizando estos métodos para entender mejor a los estudiantes y los ambientes en que ellos aprenden. En consecuencia, se parte del hecho de que el estu-

diante debe interactuar con algún tipo de plataforma virtual (LMS) y con diversos recursos TIC relacionados con su formación, por ejemplo, redes personales de aprendizaje (PLN).

Con base en lo anterior, es pertinente establecer cuáles son los aspectos más relevantes del LA para llevarlo a cabo en el plano de la educación superior, y que Gutiérrez (2015) plantea que se resume en tres aspectos:

1. Qué variables se van a medir (de todos los agentes educativos involucrados y del contexto en el que se trabaja).
2. Cómo se medirán, esto es, la identificación de criterios e indicadores mensurables, así como la selección de herramientas y procedimientos de análisis.
3. Cuál será la interpretación, aspecto en el que además del propio estudio estadístico va a ser muy significativa la experiencia y el bagaje (*know-how*) del analista (que bien puede ser un docente/instructor).

Con el LA se exploran otros campos emergentes que hace algún tiempo eran considerados como líneas de trabajo corporativas, tales como la inteligencia de negocios o *Business Intelligence* (BI), el análisis de las

redes sociales, el modelado cognitivo, la minería de datos, el aprendizaje profundo o *Deep Learning* y el aprendizaje máquina o *Machine Learning*, entre otros. En este sentido, poder integrar todas estas herramientas en el campo de la educación, en particular a la educación virtual o a distancia, le da un nuevo enfoque a esta, entendido en el contexto de un aprendizaje de carácter personalizado y adaptativo conforme las necesidades del estudiante.

La clave de la implementación de la inteligencia artificial (IA) radica en poder realizar un seguimiento de estos tipos de aprendizaje y establecer estrategias más apropiadas que permitan al estudiante cumplir sus expectativas académicas. Con este proceder en mente, se espera poder disminuir el fracaso educativo y predecir el comportamiento del estudiante ante determinados temas, contenidos o evaluaciones, de tal manera que se tomen acciones correctivas pedagógicas o metodológicas del caso que faciliten apropiarse del conocimiento.

Para finalizar este aparte, con el evento de pandemia ocurrido en el 2020 debido al covid-19, se demostró la valía del LA en todo el mundo académico (Pais, 2020), donde las instituciones de educación superior se vieron obligadas a adaptar su servicio 100 % virtual y a distancia, lo que obligó a emplear nuevos métodos de métrica para observar diferentes variables de aprendizaje de los estudiantes, y los maestros puestos a prueba frente a una crisis de cuarentena sin precedente alguno en los tiempos modernos.

Sector empresarial y la educación superior

En este apartado el tema del sector empresarial se aborda desde un contexto global, debido a que es un referente de suma importancia para la educación en general. El sector empresarial ha venido acoplado las tecnologías emergentes a su campo laboral desde su inicio en los años 90, puesto que estas se han aplicado conforme a las necesidades propias en lo administrativo y de gestión corporativos, todo gracias a la mejora permanente de las redes de comunicación e Internet.

Los negocios y servicios de cualquier empresa prácticamente son dependientes de la tecnología, unos más que otros, que gracias a la ubicuidad de las tecnologías emergentes ha permitido el surgimiento de nuevos negocios para el sector corporativo y financiero, y es ya común emplear, por ejemplo, la realidad virtual y la realidad aumentada para promocionar negocios, productos y servicios, conforme a los nuevos requerimientos del mercado. Por ello, se habla de tendencias digitales, que son generadoras de nuevos negocios, tales como el *Machine Learning* (Müller y Guido, 2016; Brink et al., 2017), que comprende los campos de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Avanzado, los cuales están soportados con el desarrollo progresivo de las redes neuronales y el procesamiento de

lenguaje natural, que permiten crear sistemas inteligentes para la toma de decisiones organizacionales y operativas.

Otras tecnologías emergentes que están teniendo un gran impacto en el entorno empresarial son el *Knowledge Workspace*, el *Conversational Applications* y el *Blockchain* (Lewis, 2016). La primera de estas tecnologías, básicamente se entiende como aplicaciones que funcionan en espacios colaborativos, en las que confluyen las diversas líneas de negocio y se comparte información sobre operaciones comerciales en tiempo real, propendiendo *in situ* a la toma de decisiones, y generando de esta manera que el modelo de negocio sea más dinámico y productivo. En cuanto al *Conversational Applications*, se entiende como una solución tipo robot informático o *chatbots*, que actúa como interfaz de comunicación entre un cliente y la máquina, simulando en el proceso un diálogo en el que se generan respuestas a través de las redes sociales y los dispositivos móviles habilitados para tal fin.

Para el caso del *Blockchain*, este funciona como un repositorio de información compartido, en particular monedas virtuales como el *Bitcoin* (Narayanan et al., 2016), *Ethereum* (Mohanty, 2018), *PeerCoin*, *Ripple*, *DogeCoin* o *LiteCoin*, por lo que es muy común encontrar esta tecnología en el sector financiero, al igual que otras industrias que requieren almacenar información con cierta discreción debido a su carácter confidencial, por ejemplo, documentos relacionados con propiedad intelectual y secretos industriales. También ya existen los primeros desarrollos de Internet de las cosas con el *Blockchain* en la construcción que, como

señala Guevara (2018), dado que en la construcción cualquier elemento puede sensorizarse y replicarse en el plano digital, las cadenas de bloques pueden ser el vehículo que garantice su incorruptibilidad y transparencia.

Por lo tanto, se infiere que cada empresa adapta sus necesidades de gestión de información conforme a las herramientas web disponibles en el mercado, con las que se busca en cada proceso optimizar tiempo y recursos de una manera ágil, aprovechando las diversas tecnologías móviles y los sistemas de cómputo *in situ*. Con esta estrategia se busca que cada empresa se diferencie de su competencia, brindando calidad e innovación en sus servicios, máxime cuando sus clientes están en la misma tendencia tecnológica.

En resumen, las tecnologías emergentes propenden por una transformación digital de manera permanente, por lo cual, el sector empresarial no está exento de ello; de hecho, es el que más impulsa las nuevas herramientas de la web X.0, para que sean implementadas en diversos ambientes de aprendizaje, incluso en el mismo proceso de educación a sus empleados, de ahí que surja el concepto de aprendizaje ubicuo (Caldeiro y Schwartzman, 2013).



Conclusiones

Las tecnologías emergentes, en conjunto con las TIC, están cambiando la forma de transmitir el conocimiento en el entorno educativo universitario, por lo que hablar sobre nuevos paradigmas de transmisión del conocimiento y de todo lo que ello implica en materia de enseñanza y aprendizaje es un hecho. La educación superior en sus diferentes modalidades está siendo expuesta a un permanente cambio técnico y tecnológico, lo que supone para los maestros y estudiantes adaptarse a ellos en periodos relativamente cortos.

El panorama del proceso de enseñanza-aprendizaje ha venido evolucionando, en el cual el aula de clase está siendo complementada y en algunos casos sustituida por las aulas virtuales. Este cambio propendido por las diversas herramientas digitales que brinda el mercado de las TIC, en conjunto con las tecnologías emergentes, ha abierto un nicho de mercado y de servicios para la educación superior que no puede pasar desapercibido, por lo que requiere de una permanente reflexión sobre sus programas académicos, en los cuales la tecnología educativa y los recursos que la acompañan deben estar incluidos, revaluados y actualizados.

Las implicaciones del uso de las TIC en la educación han fomentado cambios en los currículos, las metodologías y pedagogías (pedagogías emergentes), que hace algún tiempo se consideraban literalmente inamovibles o estáticos. Esto supone un compromiso de cambio y adaptación por parte del docente ya que aunque él ya no se considera como centro del conocimiento, sí asume el rol de gestor y administrador de él. También asume la responsabilidad de ser el guía y tutor frente al estudiante, en la que se exige el conocimiento, dominio y habilidad en el manejo de las nuevas herramientas digitales para la enseñanza, convirtiéndolo en un verdadero prosumidor (consumidor y creador de recursos digitales).

La tendencia de la educación en términos generales es hacia la flexibilidad, debido a que la tecnología crea de manera permanente nuevas herramientas digitales que facilitan en cierta medida la transmisión del conocimiento; ejemplos de ello tenemos: los MOOC, la inteligencia artificial, el aprendizaje móvil, los entornos de aprendizaje digital de próxima generación (NGDLE), la realidad aumentada, las tecnologías de aprendizaje adaptativo, el Internet de las cosas (IoT) y las interfaces naturales de usuario (Márquez, 2018). Cada una de estas herramientas presenta diferentes tiempos de desarrollo e implementación en el entorno educativo, en el cual algunas de ellas ya han establecido un nicho en el mercado de la educación en sus diferentes niveles y modalidades.

Con lo expuesto en el presente capítulo, queda la reflexión sobre el papel que debe asumir la educación superior frente al flujo permanente de información, la cual no puede ser gestionada o administrada solo en

el aula de clase. Las TIC y las tecnologías emergentes ofrecen la creación de nuevos campos del saber, expanden el conocimiento, son flexibles en cuanto a su aprehensión y presentan una dinámica de cambio y evolución que supera con creces a la educación tradicional. Por ello, las instituciones de educación superior deben afrontar los retos que ofrece la tecnología y lo que ella trae tras de sí en materia del uso de herramientas digitales, fruto de las tecnologías emergentes y las TIC, tendientes a mejorar, complementar e incluso suplir el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional.

Referencias

Alarcón, M. E. y Ortiz, M. V. (2012). Estudiantes, profesores y TIC. La investigación en México. En A. Ramírez y M. Casillas, *Háblame de TIC. Tecnología digital en la educación superior* (pp. 39-70). Cap. II. Brujas.

Ally, M. y Prieto, J. (2014). What is the future of mobile learning in education? Mobile Learning Applications in Higher Education [Special Section]. *Rev. de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11(1), 142.

Barberá, E. (2008). *Aprender E-Learning*. Paidós.

Brink, H., Richards, J. y Fetherolf, M. (2017). *Real-World Machine Learning*. Manning Publications.

Cabero, J. A, Marín, V. D. e Infante, A. (2011). Creación de un entorno personal para el aprendizaje: desarrollo de una experiencia. *Rev. Electrónica de Tecnología Educativa*, (38), 1-13.

Caldeiro, G. y Schwartzman, G. (2013). *Aprendizaje ubicuo. Entre lo disperso, lo efímero y lo*

importante: nuevas perspectivas para la educación en línea. Presentado en I Jornadas Nacionales y III Jornadas de Experiencias e Investigación en Educación a Distancia y Tecnología Educativa (PROED).

Casillas, M., Ramírez, M. A. y Ortiz, M. V. (2014). El capital tecnológico una nueva especie del capital cultural. Una propuesta para su medición. En A. Ramírez y M. Casillas, *Háblame de TIC. Tecnología digital en la educación superior* (pp. 23-38). Cap. I. Brujas.

Elizondo, A., Bernal, J. y Montoya, M. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, (34), 201-209.

Fromm, M. (2015). *Digital Content Creation*. Rosen Young Adult.

Fundación Telefónica. (2015). *Los MOOC en la educación del futuro: la digitalización de la formación*. Fundación Telefónica. Ariel.

García, B. A. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Avances en Supervisión Educativa*, (19), 1-8.

Gobierno Digital. (2019). *Buenos resultados en el objetivo de la transformación digital de Colombia*. <https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/w3-article-124629.html>

Gráinne, C. (2013). Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs. *Campus Virtuales*, 2(2), 16-28.

Guevara, P. (2017). 'Blockchain', las nuevas cadenas y bloques de la construcción del futuro. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.es/s/10236/blockchain-las-nuevas-cadenas-y-bloques-de-la-construccion-del-futuro>

Gutiérrez, R. (2015). *Learning analytics: instrumento para la mejora del aprendizaje competencial*. IBERCIENCIA. Comunidad de Educadores para la Cultura Científica. <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Learning-analytics-instrumento>

Hinojo, M. y Fernández, A. (2012). El aprendizaje semipresencial o virtual: nueva metodología de aprendizaje en Educación Superior. *Rev. Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10(1), 159-167.

Hood, N. y Littlejohn, A. (2016). *Quality in MOOCs: Surveying the terrain*. Commonwealth of Learning.

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley y Sons.

Lewis, A. (2016). *Understanding Blockchain*

Technology and What It Means for Your Business. DBS Asian Insights. Sector briefing 19. DBS Group Research.

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*. <https://www.alfabetizaciondigital.redem.org/aprendizaje-hibrido-flexible-en-el-entorno-de-la-educacion-superior/>

MinTIC. (2010). *Manual para la implementación de la estrategia de gobierno en línea de la República de Colombia versión 2010*. <http://www.ucaldas.edu.co/docs/ManualGEL2010.pdf>

Mohanty, D. (2018). *Ethereum for Architects and Developers. With Case Studies and Code Samples in Solidity*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4075-5>

Müller, A. y Guido, S. (2016). *Introduction to Machine Learning with Python. A Guide for Data Scientists*. O'Really Media.

Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. y Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction*. Princeton University Press.

Naya, V. B., López, R. M. y Hernández, I. L. (2012). Metaversos formativos. Tecnologías y estudios de caso. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, (14), n.º Especial, 368-386.

Olivares, C. K. M., Angulo, A. J., Torres, G. C. y Madrid, G. E. (2016). Las TIC en educación: metaanálisis sobre investigación y líneas emergentes en México. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(2), 100-115.

Opensimulator. (2018). *What is OpenSimulator?* http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

Pais, A. (2020). *Coronavirus: 4 países de América Latina que lograron aplicar estrategias exitosas de educación a distancia ante la pandemia*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52375867>

Peñalvo, F. y Pardo, A. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 16(1), 119-144.

Pozos, P. K. (2011). *Tecnologías emergentes, competencias digitales relevantes para el profesorado universitario en la sociedad del conocimiento*. Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa JUTE11. Sevilla, España.

Regalado, A. (2012). *The Most Important Education Technology in 200 Years*. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview>.

com/s/506351/the-most-important-education-technology-in-200-years/

Rodríguez, R. M. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 15(1), 9-22.

Rojas, C. P. (2017). Learning Analytics: Una revisión de la literatura. *Educación y Educadores*, 20(1), 406-12.

SCOPEO. (2013). *Informe #2: MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro*. Capítulo 1. Paseando por el mundo MOOC, Universidad de Salamanca.

Smith, M. y Berge, Z. (2009). Social Learning Theory in Second Life. *MERLOT, Journal of Online Learning and Teaching*, 5(2), 439-445.

Stein, J. y Graham, C. (2014). *Essentials for Blended Learning: A Standards-Based Guide*. Taylor y Francis.

Unesco. (2013). *Uso de TIC en educación en América Latina y el Caribe. Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital (e-readiness)*. Institute de Estadística de la Unesco, Montreal, Québec, Canadá.

Vázquez, C. E. y Sevillano, G. M. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación. El aprendizaje ubicuo*. Narcea.

Percepción de los docentes de la Universidad de Cundinamarca frente las TIC y tecnologías emergentes



Harvey I. Hernández Y., Jairo E. Márquez D., Angélica Bravo B., Luz J. Castañeda R.

Introducción

En este capítulo se muestran los resultados del estudio realizado en la Universidad de Cundinamarca, en el año 2019, en cada una de sus extensiones, con el objetivo de obtener una visión general sobre la opinión del personal docente que labora en el área de

ciencias básicas, acerca del uso de las nuevas tecnologías en su quehacer docente. En este sentido, el estudio se enfocó en establecer las implicaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en conjunto con las tecnologías emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, al igual que su grado de penetración en ellas. De igual manera, se exploraron las dificultades académicas presentes en la enseñanza de la matemática y la experiencia frente al manejo de herramientas digitales y tecnológicas relacionadas con esta.

Es evidente que las TIC han venido penetrando el campo académico a tal grado, que se han vuelto herramientas complementarias en el actuar académico de las instituciones de educación, indistinto de su nivel y modalidad. Con esto en mente, la educación contemporánea está siendo permeada constantemente por las TIC, las tecnologías emergentes y pedagogías emergentes, que impulsan de manera permanente a que se revalúe la forma de transmitir y apropiar el conocimiento, generando en el proceso una diversidad de propuestas educativas que traen consigo nuevos paradigmas educativos (Salazar, 2018; Rodríguez, et al., 2018), bien en lo pedagógico como en lo metodológico.

La esencia de las TIC y tecnologías emergentes en el ámbito educativo se manifiesta en su integración en el proceso enseñanza-aprendizaje, con miras a mejorar la formación del educando de una manera integral, contextualizada en una realidad social en la que vive y se desenvuelve, con propuestas como el desarrollo de habilidades blandas (Zapata, 2017; Vera, 2016), aprendizaje colaborativo, la clase invertida y

educar en STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) (García et al., 2017), son algunas propuestas que cada vez más toman fuerza en la formación de capital humano por y para la sociedad del presente y futuro. Con este panorama, el profesor debe poseer una formación didáctica y tecnológica suficiente, que le permita orientar al estudiante de tal manera que los recursos digitales que emplee dentro y fuera del aula de clase actúen como herramientas de apoyo a su quehacer académico, ya que estas no son sustituto a su labor profesional sino un complemento a ella.



Metodología

La investigación que se desarrolló en la Universidad de Cundinamarca en sus diferentes sedes (Fusagasugá, Facatativá, Chía, Soacha, Ubaté, Girardot, Chocotá y Zipaquirá) tuvo una connotación de carácter exploratorio y descriptivo con una profundidad transversal, tomando en cuenta que el estudio estuvo enfocado a una herramienta que permitió realizar un seguimiento, en la que se reunieron y analizaron datos a través de la aplicación de la Estadística Descriptiva y el uso de paquetes estadísticos para análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

La muestra seleccionada para participar en la investigación la componen los profesores pertenecientes al

área de ciencias básicas que imparten matemáticas en la Universidad de Cundinamarca en sus diferentes sedes. En cuanto a la selección de la muestra, esta fue de índole intencionada y participativa, en la cual los sujetos de estudio reunieron las condiciones y características propias de la investigación, que son profesores del área de ciencias básicas que dictan o han dictado matemáticas en algún momento en la Universidad.

El diseño del estudio incluyó un cuestionario dirigido que exploró el uso e interacción que los profesores de ciencias básicas hacen de las TIC. La validación del instrumento se realizó a través del juicio de expertos (cuatro profesores universitarios y uno profesional), quedando estructurada la versión definitiva que abarca: área de formación de los profesores, causas del bajo rendimiento, uso de herramientas tecnológicas, y uso y creación de herramientas digitales. El cálculo de la fiabilidad se realizó a través del coeficiente de correlación alfa de Cronbach, en la que se obtuvo un valor de 0,8172.

Resultados

El número total de encuestados fue de 53, y se procedió a explorar la formación profesional de los docentes pertenecientes al área de ciencias básicas,

obteniéndose los siguientes resultados resumidos en la figura 1.

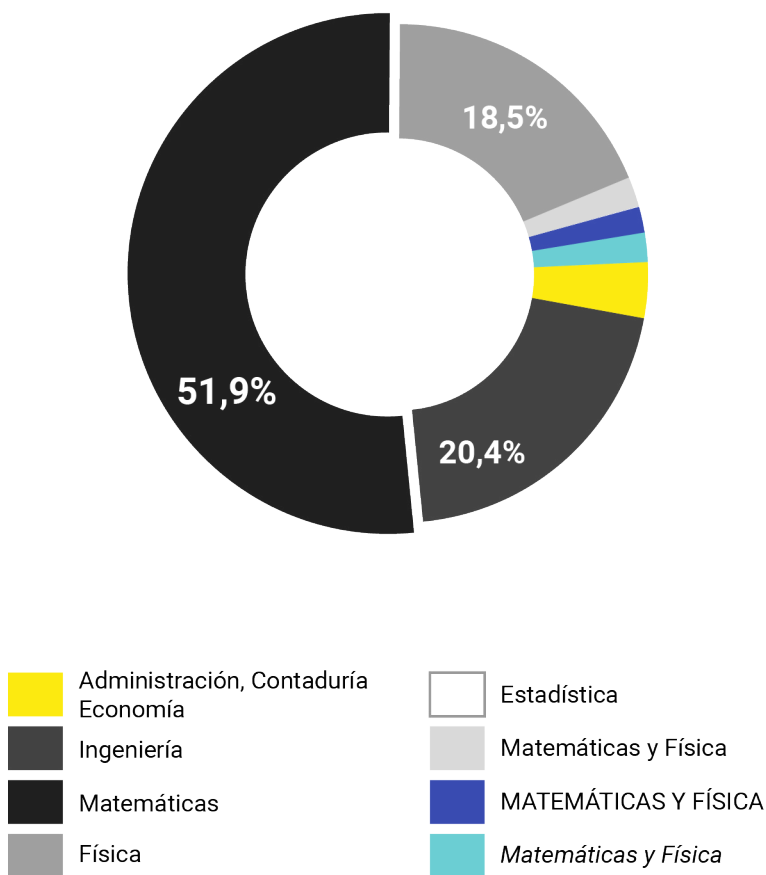


Figura 1. Diagrama de áreas de formación de los docentes encuestados.

Como se aprecia, el porcentaje de docentes que orientan cursos de matemáticas y física en la Universidad se resume así: el 76,1 % tienen formación en alguna de las áreas de matemáticas o física, un 20,4 % son ingenieros y un 3,7 % tienen formación en ciencias de la administración.

La siguiente pregunta se enfocó en indagar sobre el rango de edades del personal docente, que se resume en la figura 2.

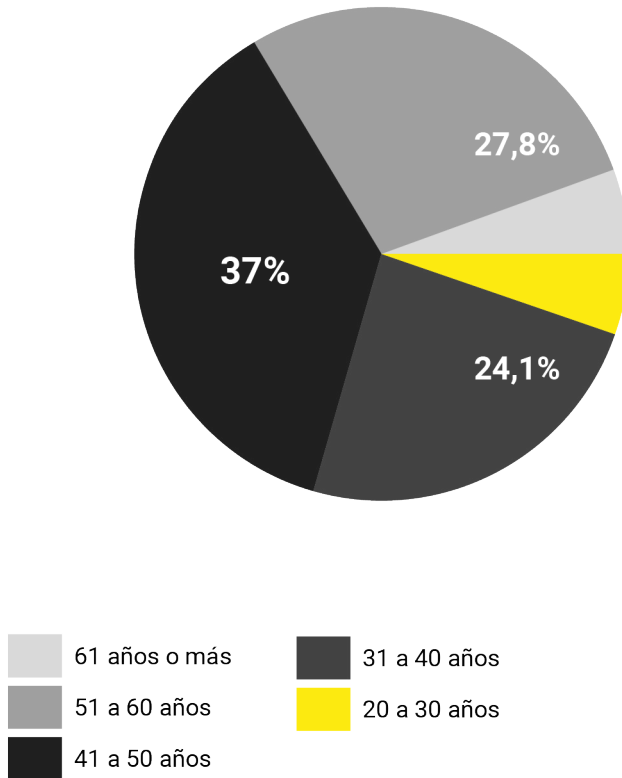


Figura 2. Diagrama de rangos de edad de los docentes encuestados.

Se observa que aproximadamente el 27,8 % de los docentes del área de ciencias básicas, se encuentra en un rango de edad entre los 31 y los 60 años. El 24,1 % está en los rangos de 31 a 40 años y el 37 % demuestra ser el rango dominante, entre los 41 y los 50 años, por lo que no pueden ser considerados como nativos digitales. Sin embargo, se considera como la generación que migró a la era digital. Estos resultados suponen una ventaja en aras de involucrar al docente en procesos académicos e investigativos relacionados con las TIC y tecnologías emergentes, tendientes a mejorar el rendimiento académico en el área de las matemáticas y otras asignaturas. También presupone un reto para la institución poder actualizar a su planta docente para que se apropien del uso regular de las TIC y tecnologías emergentes en su quehacer académico.

Una vez establecida el área de formación de los docentes y su edad, se procedió a explorar aspectos relacionados con su quehacer profesional en el aula, para ello se tomó como herramienta de investigación el cuestionario.

La pregunta fue: De acuerdo con su experiencia docente, ¿cuáles son las principales causas que producen un bajo rendimiento académico de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas?

Debido a que es una pregunta abierta, se generaron diversas respuestas que fueron organizadas en 19 ítems distintos. En consecuencia, los resultados fueron: el 35 % de profesores coincide en que la causa del bajo rendimiento de los estudiantes se debe a que inician su formación de pregrado con conocimientos matemáticos previos deficientes. El 18 % argumentó

que se debe al poco tiempo que los estudiantes dedican al trabajo extraclase o de refuerzo. El 12 % consideró que es debido a la falta de buenos hábitos de estudio y el 10% restante al desinterés del estudiante en aprender o emplear técnicas de estudio que propendan por mejorar su actividad de formación.

En la tabla 1, se observa de manera detallada los comentarios hechos por parte de los docentes a esta pregunta:

Tabla 1. Resultados de la pregunta: De acuerdo con su experiencia docente, ¿cuáles son las principales causas que producen un bajo rendimiento académico de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas?

N.º	Clasificación por tipo de respuesta
1	Desconocimiento del lenguaje técnico de la materia.
2	Transmisión del conocimiento inapropiado, sin pedagogía, metodología inapropiada. El mito sobre el miedo a las matemáticas y además a las pocas estrategias que se utilizan para la enseñanza de estas.
3	Falta de disposición de tiempo por parte del alumno para reforzar, ejercitar y profundizar temáticas. El poco tiempo que se dedica al trabajo autónomo. Falta de lectura de las temáticas vistas en clase, falta de interés por estudiar los contenidos temáticos.

	<p>Tiempo de dedicación</p> <p>Poca dedicación al estudio de la matemática.</p> <p>Poca ejercitación en los procesos matemáticos.</p> <p>El tiempo de estudio por parte de los estudiantes.</p> <p>No hay una preocupación o interés por superar las dificultades presentes; cada vez menos lectura y preparación para las clases.</p> <p>A veces poco estudio extraclase.</p> <p>Poco esfuerzo y trabajo independiente.</p> <p>Falta de motivación.</p> <p>Poca dedicación a su estudio.</p> <p>Los estudiantes no consultan regularmente bibliografía para complementar los temas vistos en clase.</p> <p>Falta de compromiso.</p> <p>La falta de interés y motivación en la asignatura.</p>
4	<p>Desinterés del estudiante.</p> <p>Falta de interés por el núcleo temático.</p> <p>Falta de motivación por el estudio de la asignatura.</p> <p>Falta de interés por parte del alumno.</p> <p>El desinterés hacia la asignatura.</p> <p>Poco interés por lo que se aprende.</p> <p>Falta de compromiso de algunos estudiantes.</p> <p>La falta de interés en el desarrollo de los trabajos y talleres.</p>

5

Estudiantes llegan a la universidad sin los conocimientos básicos en matemáticas, y apatía general por el aprendizaje de la matemática.

Conocimientos previos insuficientes.

Malas bases que traen del colegio y la falta de realizar un examen de ingreso por parte de la universidad, que permita evidenciar las deficiencias que traen los estudiantes, de tal manera que sea un insumo para clasificar correctamente los estudiantes y adicionalmente realizar un curso básico al iniciar todos los cursos.

Los conocimientos básicos orientados en el bachillerato son deficientes o no culminan la programación dada por el MEN.

Malas bases en el proceso de la básica.

Las bases no son sólidas y en la universidad no hay cómo formar esas bases matemáticas.

La deficiencia en procesos de análisis y procesos algebraicos básicos.

Formación básica en el bachillerato.

Las bases con las que llegan de otros procesos académicos.

Falta de bases.

Pésimas bases de la básica y media escolar con las que dispone el estudiante al llegar a la universidad, y la ausencia de un filtro de clasificación para decantar las aplicaciones a los diferentes programas ofertados por la universidad.

Malas bases. Las bases que tienen de matemáticas básicas como son los fraccionarios y el despeje de una ecuación.

Poseen una deficiente formación en la estructura del pensamiento matemático y científico.

La falta de presaberes y el desarrollo de la lógica matemática.

	<p>Escaso manejo de las propiedades y operaciones en los diferentes sistemas numéricos (fundamentación).</p> <p>El colegio. Los estudiantes llegan de los colegios con unas competencias matemáticas deficientes.</p> <p>Uno de los factores más reincidentes son las malas bases que traen los estudiantes al ingresar a las distintas carreras profesionales, asociadas al desinterés.</p> <p>Falta de conocimientos básicos de la matemática.</p> <p>Deficiencia en los conocimientos de la matemática básica.</p> <p>Las bases matemáticas con las que vienen del colegio son muy deficientes.</p> <p>Dificultades en los fundamentos aprendidos en la formación básica.</p> <p>Bases matemáticas no conceptualizadas.</p> <p>La mala preparación de los colegios.</p> <p>La deficiencia en la formación básica de los estudiantes.</p> <p>Falta de fundamentación.</p> <p>Conocimientos previos adquiridos.</p>
6	<p>Carecen de técnicas de estudio.</p> <p>Pocos hábitos de estudio.</p> <p>Carencia de hábitos de estudio.</p> <p>Los estudiantes cada vez tienen menos hábitos de estudio.</p> <p>Falta de hábitos de estudio.</p> <p>No poseen un método de estudio claro y organizado.</p> <p>La falta de disciplina de estudio de muchos estudiantes frente a esta área.</p>

	<p>Falta de hábitos de estudio.</p> <p>Falta de compromiso en los hábitos de estudio y en la actividad extraclase.</p>
7	<p>Falta de práctica en la resolución de ejercicios.</p> <p>Poca transferencia del conocimiento a una situación problema.</p> <p>El no tener significado de los algoritmos matemáticos, en algunos casos la ausencia de la modelación en los problemas contextuales.</p> <p>Falta de contexto de las matemáticas.</p> <p>Carencia de estrategias en la resolución de problemas y falta de conocimientos procedimentales y conceptuales.</p>
8	Poca disponibilidad de recursos.
9	La forma de evaluación de los docentes.
10	La mala utilización de las tecnologías.
11	Falta de disciplina y rigurosidad.
12	<p>Baja aprehensión de los conceptos y falta de estudio por desmotivación, al sentir los conceptos como complejos.</p> <p>Dificultad de los estudiantes para apropiarse de los conceptos matemáticos.</p>
13	La interpretación adecuada de textos científicos.

14	Algunos estudiantes no tienen definido un proyecto de vida claro y esto los lleva a equivocarse de carrera.
15	Intensidad horaria baja.
16	La falta de herramientas TIC para el refuerzo.
17	El bajo rendimiento en las matemáticas tiene varias causas, entre algunas de ellas están: desde los inicios de la enseñanza, la matemática se hace ver como una asignatura difícil, muchas veces se utiliza como castigo, falta didáctica, las mismas políticas educativas no permiten realizar buenos procesos académicos en los niveles inferiores, y la rigurosidad de esta; por todo esto y otros aspectos, a los estudiantes no les gustan las matemáticas, no la entienden.
18	Deficiencias en la comprensión lectora.

En general, se observa que existe una convergencia sobre el sentir de los profesores acerca de las causas por las cuales se presenta un bajo rendimiento académico en matemáticas, que repercute de manera negativa en la formación del estudiante y que se ve reflejado a lo largo de toda su carrera. En este sentido, la información consignada en la tabla 1, se resume en la figura 3, así:

Causas que producen el bajo rendimiento

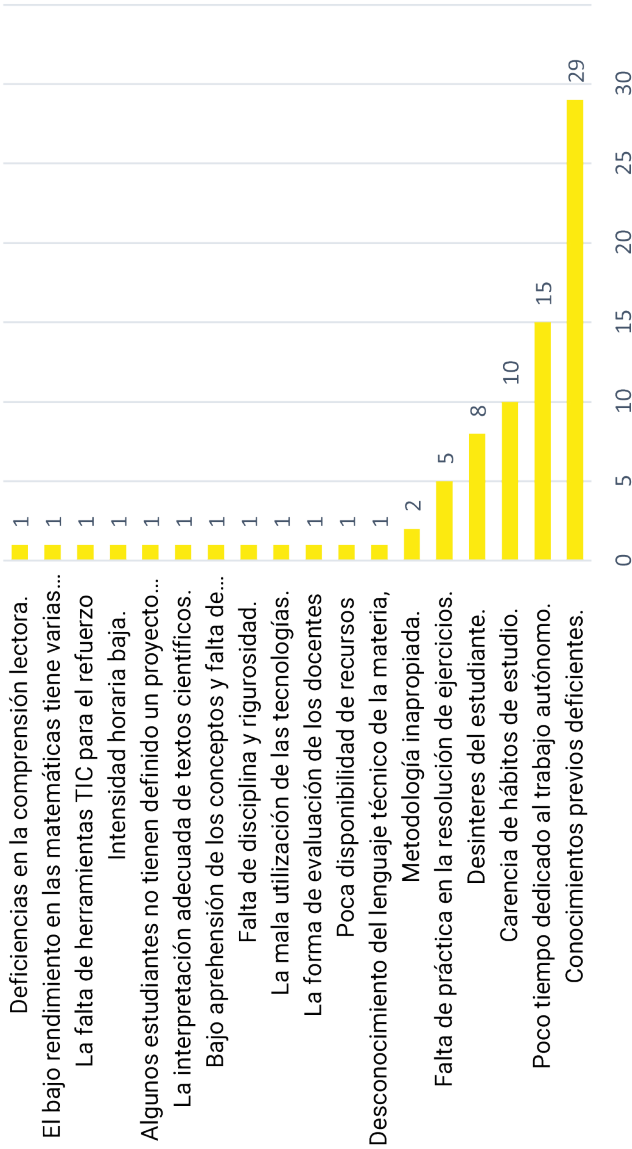


Figura 3. Relación de causas que producen el bajo rendimiento de los estudiantes, según la opinión de los profesores de ciencias básicas de la Universidad de Cundinamarca.

En la siguiente pregunta se procedió a seleccionar el grado de importancia que confiere el profesor a cada estrategia pedagógica citada a continuación, que utiliza en clase, siendo 1 la menos utilizada y 5 la más utilizada.

- Explicación de los procedimientos matemáticos en el tablero.
- Recomendar una bibliografía adecuada para el núcleo temático.
- El uso del aula virtual con actividades de apoyo para reforzar en casa.
- El trabajo colaborativo durante las sesiones académicas.
- El desarrollo de pruebas cortas que den cuenta del aprendizaje.
- Utilización de recursos virtuales o interactivos como videos, objetos virtuales u otros.
- Utilización de *software* matemático.

Los resultados fueron los siguientes: los docentes dieron la mayor ponderación a la explicación de procedimientos matemáticos en el tablero con un 24 %, como la estrategia pedagógica más utilizada en sus clases, seguida del trabajo colaborativo durante las sesiones académicas con un 20 % y, en tercer lugar, recomendar una bibliografía adecuada para el núcleo temático, con un 16%.

Con respecto al uso de tecnologías emergentes dentro de sus estrategias pedagógicas, ponderan en un 13 % la utilización de recursos virtuales o interactivos

como videos, objetos virtuales u otros, un 9 % para el uso de *software* matemático y apenas un 6 % para el uso del aula virtual con actividades de apoyo para reforzar en casa. En síntesis, con base en los resultados obtenidos se evidencia el bajo uso de las tecnologías emergentes en las estrategias pedagógicas por parte de los docentes de matemáticas en la Universidad de Cundinamarca.

La siguiente pregunta se enfocó en medir la frecuencia con la que el docente utiliza herramientas tecnológicas en el aula de clase. Como se observa en la figura 4, cerca del 54 % de los docentes las usan algunas veces, el 37 % casi siempre, mientras el porcentaje restante las usa siempre. Basados en estos resultados, se requiere por parte de las coordinaciones de los programas de ingeniería realizar cursos de corta duración, sean estos virtuales o presenciales, relacionados con el tema del manejo de recursos TIC dentro y fuera de clase. Con esto en mente, lo que se persigue es facilitar al profesor adquirir o afianzar nuevas habilidades digitales, que van a favorecer su labor docente, involucrando de paso al estudiante en su autoformación y seguir en concordancia con el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT), proferido por la Universidad de Cundinamarca.

De poder realizar lo anterior, se van a fortalecer las competencias digitales en el personal docente permitiendo aprovechar mejor los recursos tecnológicos que se tienen a la mano, sumado a romper con el paradigma de la clase tradicional e incursionar en una enseñanza mediada por las TIC y las tecnologías emergentes.

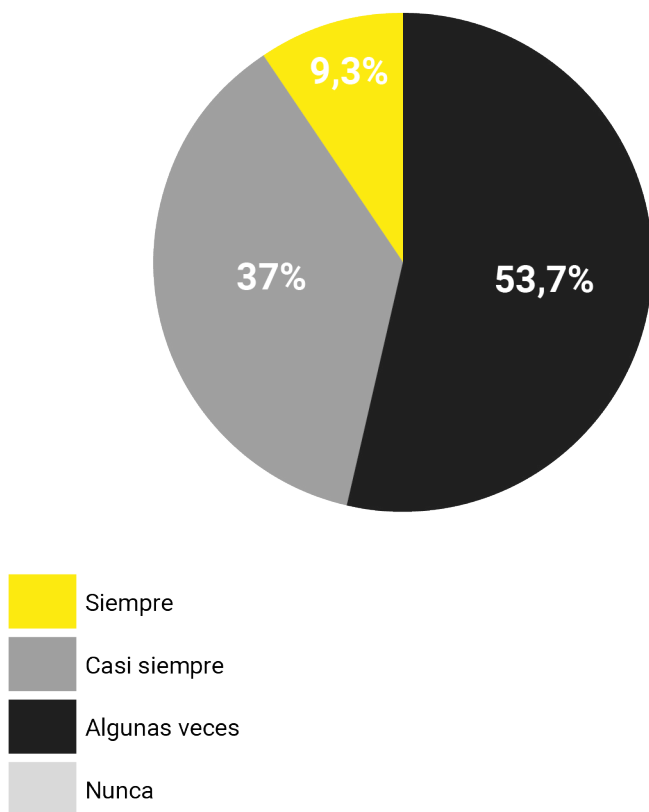


Figura 4. Frecuencias de uso de herramientas tecnológicas en el aula.

La siguiente pregunta consistió en indagar en los profesores sobre cuáles son las herramientas o los recursos tecnológicos que utiliza en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Dado que era una pregunta abierta, se organizó la información, agrupándola en 10 aspectos generales, tal como se observa en la figura 5.

Según los resultados, se observa que el 25 % de los docentes encuestados utiliza en mayor medida *software*

matemático. El 17 % hace uso de videos y presentaciones. El 15 % hace uso de computadores y dispositivos portátiles y, el 11 % hace uso de la pantalla táctil. Estas cifras indican que de realizar el curso de capacitación docente, debe tomarse en consideración el manejo de *software* matemático, el diseño de videos y presentaciones, que deben estar acompañados de otros recursos digitales que permitan al profesor diseñar e implementar en sus clases, fortaleciendo con ello sus habilidades digitales y las de los estudiantes.

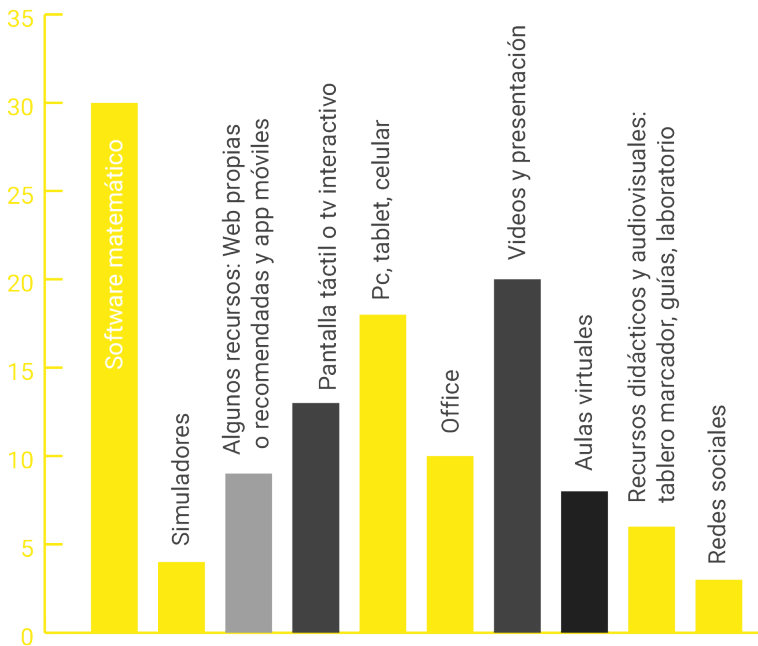


Figura 5. Herramientas tecnológicas más usadas por los profesores de matemáticas en el aula.

La siguiente pregunta se enfocó en explorar en el profesor cuáles son las ventajas o desventajas que tiene el uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza.

Analizando un promedio ponderado sobre las respuestas obtenidas, se presenta un 40 % para el caso en el que se considera una *Ventaja*, y en cuanto a la *Desventaja* un 20 %, cifra equivalente para la opción *No sabe/No responde*. En general, el 70,7 % de los docentes encuestados considera que las herramientas tecnológicas en la enseñanza favorecen la comunicación. En cuanto a los aspectos relacionados con la comprensión de conceptos, motivación y logro de objetivos, son favorables en un 67,1 %. Por otra parte, es una desventaja el tiempo de preparación requerido en un 31,7 % y es considerado un factor distractor en un 16,5 %.

Según los resultados obtenidos, la apreciación por parte de los profesores frente a las herramientas tecnológicas es favorable, sin embargo, se requiere del espacio necesario para la capacitación mencionada anteriormente y como un tiempo destinado para la planificación y el diseño de los recursos digitales. Se debe tomar en cuenta frente al factor de distracción que, como señalan Delgado et al. (2017), los distintos estudios sobre la temática hacen hincapié en la dificultad metodológica que conlleva identificar con certeza relaciones causales entre el uso de estos recursos digitales y la mejora del aprendizaje. Dicho esto, la importancia de identificar las herramientas tecnológicas y digitales ideales que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje es fundamental por parte del profesor; tarea que no es nada fácil, pero no imposible, ya que en la actualidad se cuenta con diversidad

de recursos con sus correspondientes estudios que ayudan a la toma de decisiones en cuanto a implementar o no una herramienta digital en particular, incluso desarrollar una propia basado en las necesidades particulares de enseñanza o de los estudiantes.

Ventajas y desventajas del uso de herramientas tecnológicas

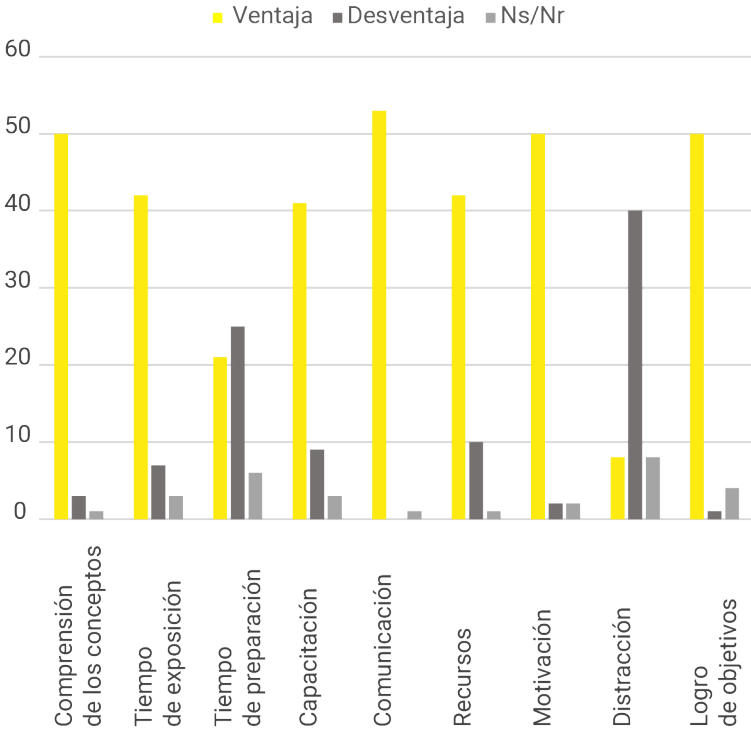


Figura 6. Ventajas y desventajas del uso de herramientas tecnológicas en el aula.

La siguiente pregunta buscó explorar en el profesor si considera necesario tomar cursos de actualización acerca del manejo de nuevas herramientas tecnológicas. En este sentido, se obtuvo que aproximadamente el 91 % de los docentes encuestados considera necesario tomar cursos de actualización acerca del manejo de nuevas tecnologías. Esta es una oportunidad que la institución, a través de sus coordinaciones de programa, debe aprovechar para capacitar a sus docentes, dado su interés en aprender sobre el uso de herramientas tecnológicas que van a favorecer *a posteriori* la dinámica de enseñanza y aprendizaje acordes a lo que propone el Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT).

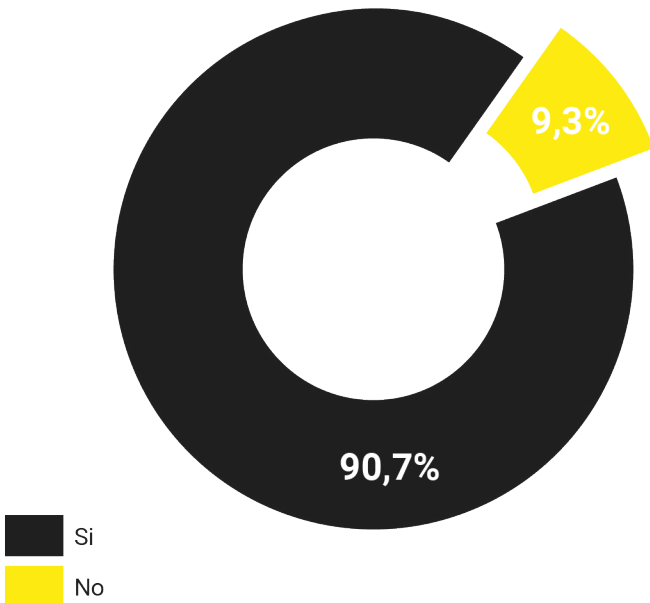


Figura 7. Necesidad de actualización en el manejo de nuevas herramientas tecnológicas.

Sobre la pregunta: ¿La Universidad de Cundinamarca le ha ofrecido capacitaciones acerca del manejo de tecnologías de la información y comunicación o de tecnologías emergentes? Tomando en cuenta la respuesta a la pregunta anterior, es interesante observar que casi al 60 % de la población encuestada, la Universidad le ha ofrecido capacitación al respecto. Por lo tanto, se requiere reevaluar el tipo de capacitaciones que se imparte al cuerpo docente, estableciendo cuáles son las necesidades para las cuales ellos necesitan aprender nuevas habilidades en el manejo de las TIC y tecnologías emergentes, aspecto que no ha sido tomado en cuenta previamente, por lo que los resultados del presente estudio corroboran esta necesidad.

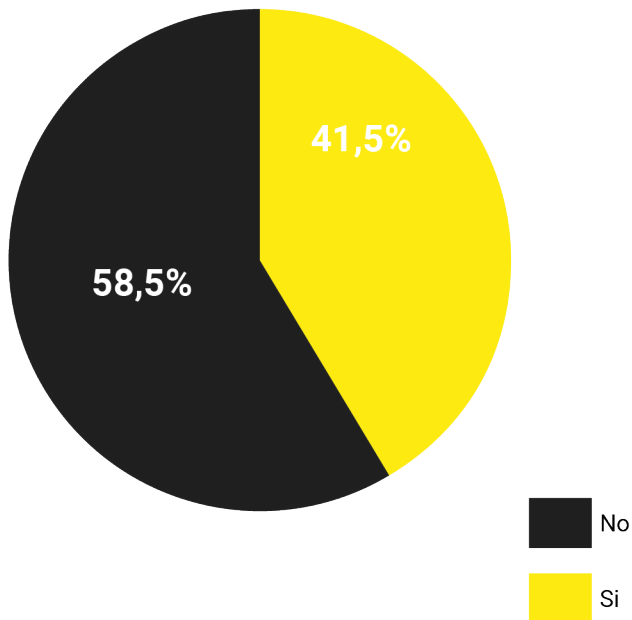


Figura 8. Nivel de capacitación en TIC por parte de la Universidad de Cundinamarca.

La siguiente pregunta se orientó a explorar sobre qué herramientas tecnológicas le gustaría recibir capacitación, por lo que se le procedió a dar una lista para su selección:

- Programación.
- Manejo de plataformas educativas.
- Construcción de sitios web.
- Desarrollo de material audiovisual.
- Aplicaciones móviles educativas.
- Software matemático.
- Programación.
- Manejo de plataformas educativas.
- Construcción de sitios web.
- Desarrollo de material audiovisual.
- Aplicaciones móviles educativas.
- Software matemático.

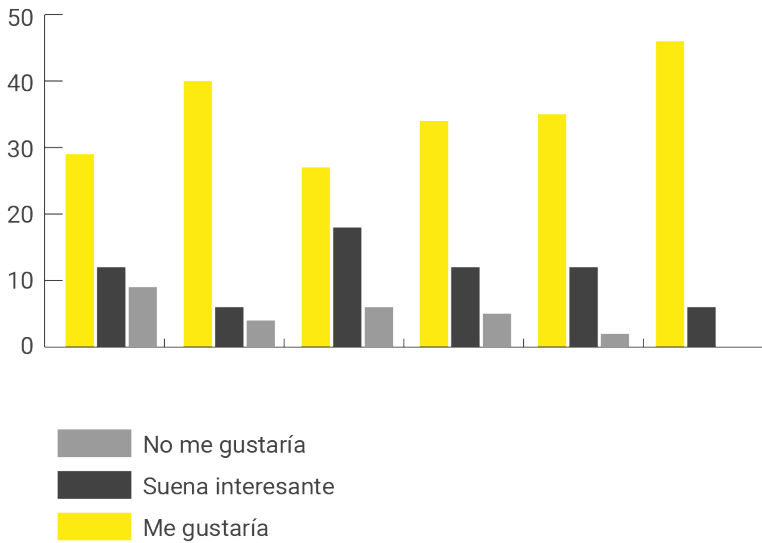


Figura 9. Capacitación de interés para los profesores.

Así, el 22 % de profesores consideró que les gustaría recibir capacitación en *software* matemático, mientras que al 19 % en el manejo de plataformas educativas. A un 17 % le gustaría un curso en aplicaciones móviles educativas y a un 16 % el desarrollo de material audiovisual. Asimismo, un 35 % manifestó que no les gustaría la capacitación en programación y al 23% no le gustaría capacitarse en construcción de sitios web. De estos resultados se deduce que hay un interés mayoritario por parte de los profesores en capacitarse en la línea de TIC, por lo que da pie a plantear a la dirección de cada programa propuestas de cursos cortos o diplomados que le ayuden al docente a mejorar su quehacer académico, empleando herramientas digitales ideales para ello, máxime cuando la

institución cuenta con la plataforma tecnológica que permite el desarrollo de este tipo de actividades.

Con base en la pregunta anterior, se indagó si los profesores han desarrollado material didáctico digital para las sesiones académicas. Como se aprecia en la figura 10, el 64,2 % de los docentes encuestados han desarrollado material digital para sus clases, mientras que un 35,8 % no.

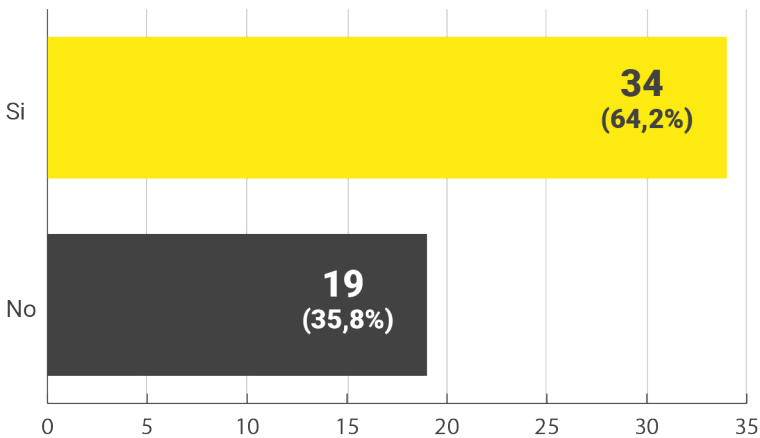


Figura 10. Porcentaje de material didáctico digital desarrollado por los profesores.

Estos resultados van en concordancia con los puntos anteriores, entendidos en el sentido que el profesor de ciencias básicas precisa de una capacitación en TIC, que posibilite afianzar los conocimientos y habilidades en cuanto al desarrollo de material digital, que a la postre va a facilitar dinamizar el proceso de

enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula de clase. En cuanto al porcentaje restante de docentes, se requiere por parte de la dirección de los programas tomar cartas sobre el asunto y capacitarlos conforme a las necesidades mencionadas anteriormente porque de no hacerlo, los estudiantes que trabajan con TIC frente a los que no, estarán en una ventaja en cuanto al acceso de información dentro o fuera de clase, que de una u otra forma repercute en su rendimiento académico (Márquez, 2019).

Con base en la pregunta anterior, se indagó acerca de: ¿Qué tipo de material didáctico ha creado para las sesiones académicas? Los resultados se resumen en la figura 11, en la que se observa que un 18 % obedece a diapositivas realizadas en PowerPoint, un 14 % corresponde al uso de recursos varios (wiki, Facebook, programación, aplicaciones móviles, mapas mentales, Flash) y un 12 % obedece al diseño de pruebas, talleres de refuerzo y ejercicios colaborativos. En menor porcentaje, un 8 % de docentes elabora guías de aprendizaje y un 6 % produce videotutoriales, las OVA y emplea regularmente el aula virtual de la Universidad.

Material didáctico digital creado por los docentes

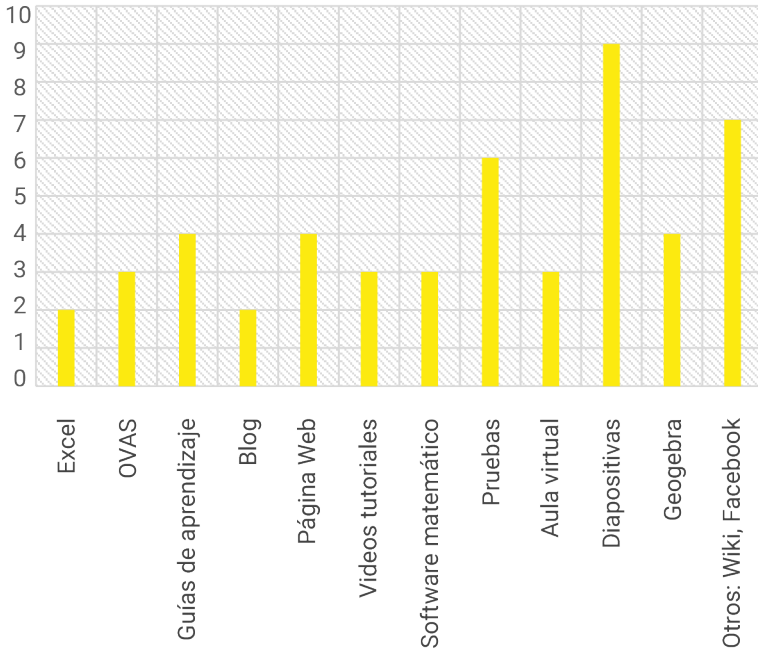


Figura 11. Resultados de la pregunta: ¿Qué tipo de material didáctico ha creado para las sesiones académicas?

Al observar estos resultados, es necesario ampliar el espectro de manejo de recursos TIC en los docentes y unificar de paso cuáles son los más pertinentes, y de paso afianzar sus habilidades en el uso, diseño y creación de material didáctico digital.

La siguiente pregunta se orientó a explorar el tipo de *software* que utiliza o ha utilizado el docente para desarrollar material didáctico para su clase, por lo que se le dio una lista, así:

- Geogebra
- Matlab
- Maple
- Cabri
- CmapTools
- Word
- Excel
- PowerPoint
- Movie Maker
- Camtasia
- Moodle
- Prezi
- Otro: _____

Las respuestas frente a esta pregunta se resumen a continuación: el 85 % de docentes hace uso de Excel, el 77,8 % de PowerPoint y aproximadamente el 67 % de Word. El paquete de Office es usado aproximadamente por el 50 % de docentes, el programa de Geogebra por el 63 % y la plataforma virtual de Moodle por un 44,4 %.

Otros programas usados por los docentes además de los enlistados son: Dp Graph, View.genial.ly, Powtoon, Derive, Winplot, Statgraphics, Mathematica, R, SPSS,

QDA, Miner, Wolfram Alpha, Schoology, Microsoft Matemáticas, Phet, Flash y Calcplot3d. Basado en estos resultados, se observa que se presenta una diversidad de herramientas digitales que el docente de ciencias básicas emplea para el desarrollo de material didáctico, por lo que es positivo para los programas y debe fortalecer este hecho mediante capacitaciones que permitan adquirir o fortalecer estas habilidades.

En la siguiente pregunta se le solicitó al docente que indicara las tecnologías de comunicación que utiliza para intercambiar información con sus estudiantes. Como se aprecia en la figura 12, las herramientas de comunicación más usadas por los docentes para intercambiar información con sus estudiantes son el WhatsApp con un 77,8 %, el correo institucional con un 68,5 % y el aula virtual con un 51,9 %.

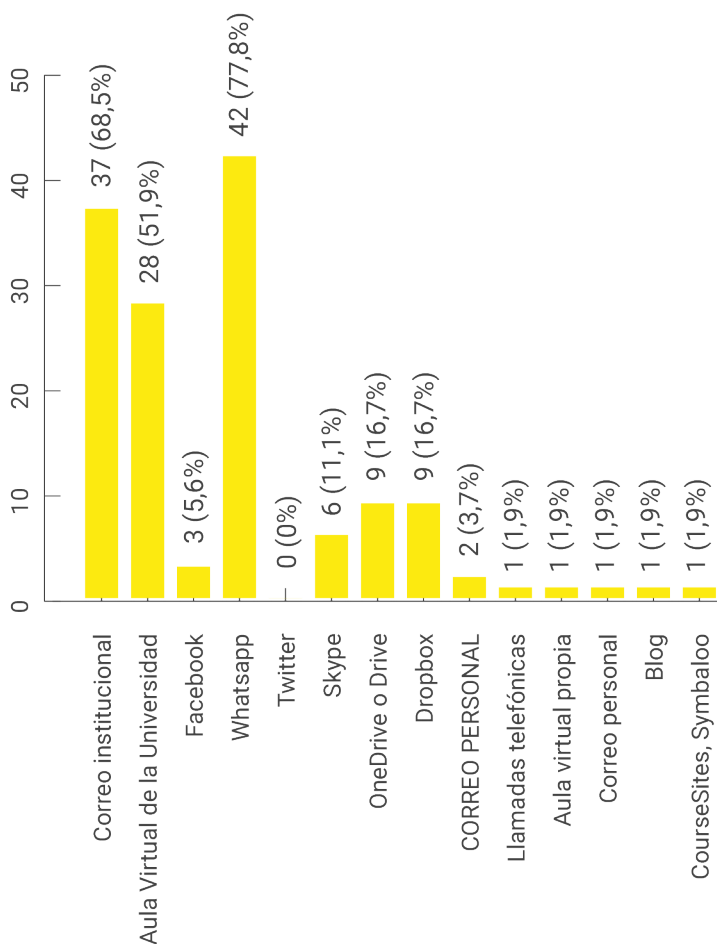


Figura 12. Resultados de la pregunta: Indique las tecnologías de comunicación que utiliza para intercambiar información con sus estudiantes.

Cabe mencionar que la importancia del uso del WhatsApp en la educación superior subyace en el hecho de que permite una comunicación asíncrona entre profesor y estudiante que, como afirma Belén (2018), surge como aplicación de mensajería instantánea y

gratuita que permite a sus usuarios el envío de mensajes de texto (sin límite de caracteres) y compartir (con otro/otros usuarios/s) imágenes, audios, videos, enlaces a web y documentos utilizando Internet. Esta tecnología es una de las que más ha incursionado en el medio educativo, según el estudio realizado, debido en parte a, como señala Trejos (2018), que el WhatsApp forma parte del moderno lenguaje natural de los jóvenes de hoy, aproxima mucho más a estudiantes y docentes, así sea utilizándolo como intermediario en ese abismo insondable de la Internet, y posibilita una mayor comunicación entre ambas partes.

La siguiente pregunta se orientó a explorar el porcentaje de uso que hace el docente de las aulas virtuales de la Universidad de Cundinamarca. Como se aprecia en la figura 13, aproximadamente el 50 % de los docentes encuestados hace uso de este recurso entre el 0 % y el 25 % (allí están los que no la usan o hacen un bajo uso de ella), mientras que el 32,1 % lo hace entre el 25 % y el 50 %. Un 9,4 % de docentes emplea las aulas virtuales entre un 50 % y 75 %, y el porcentaje restante entre un 75 % y 100 %. Estos resultados muestran que la plataforma virtual de la Universidad está subutilizada, por lo que el propósito de trabajar con el aprendizaje híbrido planteado por la institución de manera masiva está en entredicho, así se requiere reevaluar las capacitaciones, así como el servicio tecnológico en cuanto a estabilidad, administración y gestión de los recursos de que dispone el maestro.

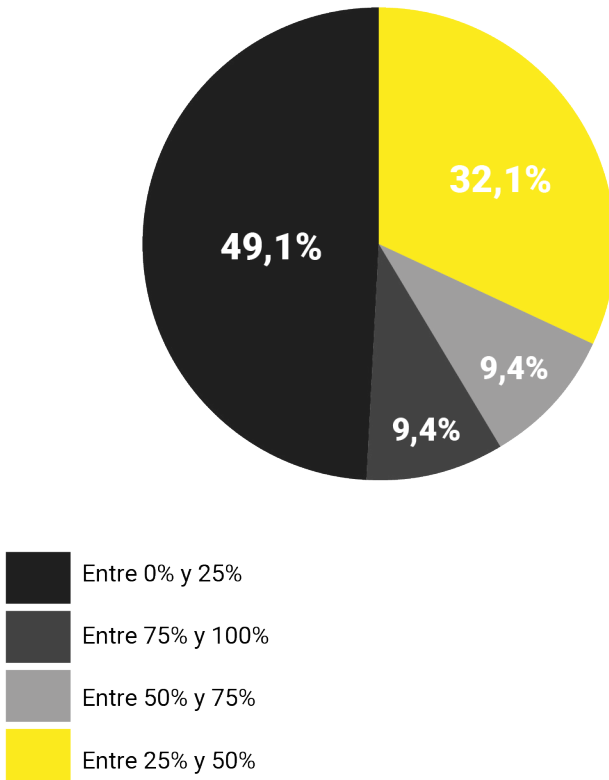


Figura 13. Resultados de la pregunta acerca del porcentaje en que utiliza el profesor las aulas virtuales de la Universidad de Cundinamarca.

Con base en la pregunta anterior, se exploró cuál es el uso que el docente da al aula virtual de la Universidad de Cundinamarca. Para ello se les proporcionó las siguientes opciones:

- Repositorio de documentos.
- Desarrollo de pruebas tipo cuestionarios.
- Participación en foros.
- Uso de chat.

- Manejo de videotutoriales.
- Aplicaciones digitales para la enseñanza.
- Seguimiento al proceso formativo del estudiante.

Los resultados se resumen así: de los docentes que hacen uso del aula virtual, aproximadamente el 72 % la utiliza como repositorio de documentos, el 52 % para aplicación de pruebas y el 50 % para el manejo de videotutoriales. El 30 % hace seguimiento formativo, el 17 % para el uso de aplicaciones digitales para la enseñanza, mientras que el 21 % emplea el foro y el 4,3 % el chat. Como se observa, se requiere capacitar al docente en el uso del aula virtual ya que los recursos con que esta dispone no son utilizados de manera ideal, aunque cabe señalar que la administración y gestión de la plataforma de la Universidad presenta ciertas restricciones que limitan al docente en cuanto a su manipulación, a lo que se suman factores técnicos como conectividad, que la tornan inestable en algunos casos; estos aspectos son manejables y tienen solución.

En síntesis, es importante que la dirección de cada programa tome cartas sobre el asunto, diseñando cursos de capacitación que permitan comprobar el grado de aprendizaje y las habilidades que el profesor debe poseer para el manejo de un aula virtual y de los recursos con que esta dispone. De igual manera, se requiere que se guíe en cuanto a la creación de herramientas de aprendizaje que pueden ir integradas al aula, contribuyendo con ello al aprendizaje y autoaprendizaje del estudiante dentro y fuera del aula de manera sincrónica o asincrónica.



Conclusiones

El uso de las TIC y las tecnologías emergentes en el campo de la educación superior (Márquez, 2017) ha pasado de ser una moda a una necesidad, por lo cual tanto el profesor como el estudiante están expuestos de manera permanente a estos medios que actúan como recursos complementarios al proceso de enseñanza-aprendizaje (Cacheiro, 2011). En este sentido, lo que se observa del estudio realizado en la Universidad de Cundinamarca en la Facultad de Ingeniería, a los profesores de ciencias básicas, es que los recursos TIC se emplean en cierto grado en su quehacer académico. Sin embargo, existen limitantes en cuanto al alcance e impacto que las TIC tienen en el escenario académico cuando su uso no es homogéneo.

Las causas del por qué el cuerpo docente en general no emplea las TIC y las tecnologías emergentes de manera permanente en su quehacer académico es variado y complejo, a pesar de que se dispone de la tecnología que puede ayudar a dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este actuar no es solo local ya que como señalan Arancibia et al. (2018) diversos gobiernos están formulando políticas con el fin de incorporar las TIC de manera integral en el currículo; estudios comparados demuestran que no ha sido

fácil la adecuada instalación de las TIC en América Latina. Para el caso particular de la Universidad de Cundinamarca, se hace necesario adecuar las capacitaciones en cuanto al manejo de las TIC y las tecnologías emergentes, motivando al personal docente a conocer e interactuar con ellas, enseñándoles a crear su propio material digital de enseñanza, y se les haga un seguimiento que ayude, dado el caso, a resolver dificultades detectadas.

La formación docente en materia de nuevas tecnologías es imprescindible, como anota Veloquio (2016) puede entenderse como un desafío de atender a la diversidad educativa, que lleva, como caso particular, a una transformación en la educación superior (Pardierma, 2016). Por consiguiente, la integración de las TIC y las tecnologías emergentes en el ámbito educativo debe ser considerado como prioritario, y el apoyo de la administración debe enfocarse en la capacitación docente y en la formulación de planes de estudio acordes con estas nuevas tendencias. Con estos cambios, la mentalidad del profesorado también debe estar en consonancia a estos, para manifestar propuestas y acciones tendientes a la renovación de los modelos pedagógicos y metodológicos clásicos, propendiendo de esta manera a la generación de nuevos paradigmas educativos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje mediados por las TIC dentro y fuera del aula, que es a lo que precisamente le está apostando la Universidad de Cundinamarca con su modelo MEDIT (Modelo Educativo Digital Transmoderno).

En cuanto a los entornos virtuales de aprendizaje LMS (Learning Management System) de que dispone

la Universidad y que como caso particular es Moodle, este permite la gestión de múltiples recursos TIC y procesos pedagógicos *online* tales como: evaluaciones ajustadas a competencias, analítica de evolución del aprendizaje, y gestión e intercambio de información y actividades, entre otros. Con esto en mente, el profesor de ciencias básicas debe reflexionar acerca de los LMS y del aporte que hace frente a la educación formal y no formal, facilitando con ello el cambio pedagógico, en el cual el rol entre el docente y el alumno cambia, dinamizándose a tal grado que el profesor se convierte en guía y tutor, proponiendo recursos digitales al alumno que faciliten la aprehensión del conocimiento de manera activa, autónoma y colaborativa. Por lo tanto, como señala Esparza, las aulas virtuales surgen como:

Una alternativa metodológica a la educación tradicional, no obstante, la existencia de estos requiere la combinación de una serie de elementos entre los cuales están: la tecnología apropiada para el funcionamiento del mismo, docentes capacitados para usar estos entornos, y aspectos organizativos a nivel institucional que aseguren a los actores del proceso enseñanza-aprendizaje la disponibilidad de los recursos mínimos requeridos (2017, p. 26).

Para finalizar, las TIC en conjunto con las tecnologías emergentes permiten potenciar la innovación educativa por medio de las herramientas digitales, posibilitando nuevas acciones y optimizando otras. Por consiguiente, si se desea un verdadero cambio en el paradigma educativo en la educación superior, el compromiso del profesor es fundamental, aunque se presenten dudas e incertidumbre para afrontar el reto de trabajar con recursos digitales y tecnologías emergentes.



Referencias

Arancibia, H. M., Cosimo, D. y Casanova, R. (2018). Percepción de los profesores sobre integración de TIC en las prácticas de enseñanza en relación a los marcos normativos para la profesión docente en Chile. *Ensaio: Aval. e Pol. Públ. em Educ.*, 26(98), 163-184. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362017002501119>

Belén, S. L. (2018). Whatsapp: su uso educativo, ventajas y desventajas. *Revista de Investigación en Educación*, 16(2), 121-135. <http://webs.uvigo.es/reined/>

Cacheiro, G. M. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (39), 69-81.

Delgado, A. M., Veloso, B. y Olmos, N. (2017). *Estudio Recursos digitales para el aprendizaje y su impacto en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Informe final*. Encargado por MINEDUC y PNUD, Chile.

Esparza, C. N. (2017). Percepciones de los docentes sobre el uso de las TIC en el aula: el caso de la Universidad Técnica de Babahoyo (Ecuador). *3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 6(1), 25-37. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2017.55.25-37/>

García, Y. C., Reyes, G. D. y Burgos, O. F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Rev. Diálogos Educativos*, 18(33), 37-48.

Márquez, D. J. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación superior colombiana. *Revista Ingeniare*, 13(23), 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>

Márquez, D. J. (2019). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En D. J. Márquez (Ed.), *Educación, ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo XXI*. Publicaciones Udistrital.

Padierna, M. P. (2016). La "sociedad del conocimiento" y el campo de las políticas de transformación de la educación superior. *Revista de Educación Superior*, (45), 117-120.

Rodríguez, E., Trujillo, J., Vargas, D., Corredor, A. y Gallego, L. (2018). El paradigma emergente y la educación. *Revista Espacios*, 39(10), 42-49.

Salazar, G. E. (2018). Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la

sociedad del conocimiento. *Revista Espacios*, (39), 17-30.

Trejos, B. O. (2018). WhatsApp como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la programación de computadores. *Educación y Ciudad*, (35), 149-148.

Veloquio, G. (2016). La formación permanente de los docentes ante el desafío de atender a la diversidad educativa. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9(2), 144-154.

Vera, M. F. (2016). Infusión de habilidades blandas en el currículo de la educación superior: clave para el desarrollo de capital humano avanzado. *Revista Akademèia*, 7(1), 53-73.

Zapata, L. (2017). Planes de estudio, habilidades blandas y búsqueda de empleos: los casos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires y Trenes Argentinos. *Palermo Business Review*, (16), 119-130.

Percepción de los docentes de ciencias básicas de la UCundinamarca, extensión Chía, frente a las TIC



Jairo E. Márquez D. y Arles Prieto M.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la actualidad se han vuelto herramientas digitales indispensables, en las que cada vez más se impone su importancia en el medio educativo indistinto de su nivel y modalidad. Es así, que en el presente capítulo se muestran los resultados de un estudio a

profesores de ciencias básicas de la Universidad de Cundinamarca, con el objetivo de establecer su sentir frente al uso de las TIC en su quehacer académico. Con esto en mente, se busca conocer si los resultados obtenidos pueden ser un recurso para tener en cuenta frente al Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT), entendido en el sentido de plantear estrategias que ayuden tanto a docentes como estudiantes a afrontar un cambio de paradigma en la educación superior, en particular al interior de la Universidad de Cundinamarca.



Metodología

La investigación que se desarrolló en la Universidad de Cundinamarca, extensión Chía, fue de carácter exploratorio y descriptivo con una profundidad transversal. La muestra seleccionada para participar en la investigación la componen los profesores pertenecientes al área de ciencias básicas que imparten matemáticas. En cuanto a la selección de la muestra, esta fue de índole intencionada y participativa, en la cual los sujetos de estudio reunieron las condiciones y características propias de la investigación, que son profesores del área de ciencias básicas que dictan o han dictado matemáticas en algún momento en la Universidad.

El diseño del estudio incluyó un cuestionario y entrevista dirigidos, en los que se explora el uso e interac-

ción con las TIC y posibles repercusiones de estas frente al rendimiento académico de los estudiantes. Para validar el grado de fiabilidad de las preguntas realizadas con la escala de Likert, se procedió a calcular el Alfa de Cronbach sobre doce elementos que arrojaron un valor de 0.841, que está dentro del parámetro bueno.



Resultados

En este aparte se contempla la medición como un factor que busca establecer la correspondencia entre lo real y conceptual en materia del sentir frente al uso e implementación de las TIC en el medio educativo. Los resultados de la encuesta realizada a siete maestros del área de ciencias básicas que imparten clase en la asignatura de Matemáticas I, se muestran a continuación organizados en cuadros de frecuencia, y se busca con ellos explorar su grado de conocimiento e interacción que tienen con respecto a las TIC. En cuanto a las estadísticas del total de elementos, se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1.
Estadísticas del
total de elementos.

	Media de escala si el elemen- to se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha su- primido	Corre- lación total de elemen- tos co- rregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha su- primido
1. ¿Ha recibido algún tipo de formación sobre el uso de las TIC?	45,71	18,571	0,889	0,733
2. ¿En sus clases de matemáticas suele emplear herramientas TIC como recurso pedagógico complementario?	46,00	24,333	0,414	0,794
3. En sus clases selec- cione qué porcentaje de recursos TIC emplea.	47,43	21,952	0,480	0,792

<p>4. ¿La habilidad y dominio que dispone para el manejo de las TIC es suficiente para el proceso de enseñanza-aprendizaje que requiere el alumno?</p>	46,00	22,667	0,643	0,772
<p>5. ¿Qué herramientas TIC emplea usted como medio de comunicación e interacción con sus alumnos?</p>	44,71	21,238	0,706	0,762
<p>6. ¿Emplea la tecnología móvil como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje?</p>	46,00	28,000	-,039	0,834
<p>7. ¿Considera que las TIC son un recurso que puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje?</p>	45,43	24,952	,580	0,785

<p>8. ¿Cree que las TIC facilitan el autoaprendizaje y el trabajo colaborativo en los alumnos?</p>	45,43	24,952	,580	0,785
<p>9. ¿Considera que las TIC permiten una mayor interacción con el conocimiento motivando el proceso de aprendizaje en el estudiante?</p>	45,71	24,238	0,473	0,789
<p>10. ¿Qué opina sobre la afirmación que el uso de las TIC hace dependiente y poco reflexivo al estudiante al momento de emplearlos como apoyo dentro y fuera del aula?</p>	47,29	29,571	-,220	0,845

<p>11. ¿Considera viable implementar las TIC en la asignatura de matemáticas como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de esta?</p>	45,14	25,143	0,804	0,781
<p>12. ¿Estaría dispuesto a probar ciertos recursos TIC en su asignatura de matemáticas como ayuda a su quehacer docente?</p>	45,14	25,143	0,804	0,781

Sobre la primera pregunta, según los resultados mostrados en el cuadro 2, cerca del 57 % de profesores encuestados afirma haber recibido algún tipo de formación sobre el uso de las TIC y el porcentaje restante no lo recuerda con certeza.

Cuadro 2. Ha recibido algún tipo de formación sobre el uso de las TIC.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente sí	4	57,1	57,1	57,1
Probablemente sí	3	42,9	42,9	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Sobre la segunda pregunta, los resultados se muestran en el cuadro 3, y en esta más del 50 % de profesores no usan los recursos TIC en sus clases de matemáticas en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, debido a que su actuar está más centrado en las clases magistrales. Este resultado se esperaba basado en una observación previa en varias sedes de la Universidad, donde son pocos los profesores en general que emplean como herramientas de apoyo las TIC para su quehacer académico.

Cuadro 3. ¿En sus clases de matemáticas suele emplear herramientas TIC como recurso pedagógico complementario?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente sí	2	28,6	28,6	28,6
Indeciso	2	28,6	28,6	57,1
Probablemente sí	3	42,9	42,9	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Las razones son varias: en primer lugar, se deduce que es por la falta de motivación e iniciativa del profesor; en segundo lugar, resistencia al cambio en su quehacer académico a uno mediado por la tecnología y las TIC, que es un elemento que se presenta de manera natural en los espacios académicos en sus diferentes niveles y modalidades (Jiménez y Gijón, 2016). Con estas circunstancias, es deber de las instituciones crear los espacios necesarios de formación y motivar a sus profesores a la apropiación de nuevos conocimientos y habilidades en materia de TIC, de tecnologías y pedagogías emergentes que convergen hacia una educación digital, dinámica e inclusiva. En esta dirección, parafraseando a Abasto (2017), la atención educativa basada en TIC debe estar orientada a crear contextos enriquecedores para el desarrollo de capacidades de forma equilibrada, en las cuales el docente asuma un reto mayor y un papel esencial en esta.

La tercera pregunta ratifica los resultados del cuadro anterior, lo cual se observa en el cuadro 4 y ratifica el bajo porcentaje de maestros que emplean recursos TIC en sus clases de matemáticas.

Cuadro 4. Selección de qué porcentaje de recursos TIC emplea en sus clases.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	100 % - 75 %	2	28,6	28,6
	75 % - 50 %	1	14,3	42,9
	50 % - 25 %	3	42,9	85,7
	25 % - 0 %	1	14,3	100,0
Total	7	100,0	100,0	

La cuarta pregunta se resume en el cuadro 5, en la que se aprecia que solo dos profesores afirman poseer la habilidad y dominio suficiente en cuanto al manejo de las TIC, enfocado al proceso educativo que requiere el alumno en clases de matemáticas.

Cuadro 5. ¿La habilidad y el dominio que dispone para el manejo de las TIC es suficiente para el proceso de enseñanza-aprendizaje que requiere el alumno?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente sí	2	28,6	28,6	28,6
Probablemente sí	3	42,9	42,9	71,4
Suficiente	2	28,6	28,6	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Tres profesores muestran indecisión acerca de su habilidad y dos manifiestan que les es suficiente. Estos resultados ratifican de nuevo que en general hay deficiencias en cuanto al manejo de TIC en la mayoría de profesores de matemáticas, dado que de los 7 solo 2 conocen y aplican herramientas digitales en su quehacer académico, que marcan una diferencia en la forma como el educando se apropia del conocimiento mediante el uso e interacción de herramientas TIC con respecto a los otros maestros. Este escenario de una u otra manera se ve reflejado en la forma como el estudiante percibe las matemáticas y las comprende, con el modelo tradicional y el modelo mediado por las TIC, en el cual este último ha demostrado repercutir en el rendimiento académico de manera positiva, tal como señalan estudios de Botello y López (2014), Grisales (2018) y Faustino et al. (2019).

Los resultados de la quinta pregunta se resumen en el cuadro 6, en la que se aprecia que los profesores encuestados emplean tres recursos TIC, de los cuales el menos usado es la plataforma virtual que la Universidad ha destinado como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de todas las asignaturas, tanto de la carrera de Ingeniería como de las demás que se imparten en cada sede. El recurso más empleado es el correo electrónico, seguido de la aplicación móvil de WhatsApp. Este último recurso, aunque tiene sus ventajas y desventajas en términos formativos en el ambiente educativo, sabiéndolo gestionar el docente puede sacar partido a favor de la enseñanza y el aprendizaje (Cetinkaya, 2017).

Como se observa, son pocos los profesores que emplean la plataforma educativa, demostrando ser su-

butilizada. Estos resultados fueron importantes para el estudio del proyecto de investigación, en el que se pretende dotar al profesor con diversos recursos TIC y motivarlo al uso de las tecnologías emergentes como la plataforma virtual y los dispositivos móviles integrados con la clase invertida (Márquez, 2019), de tal manera que se apropie del manejo y la gestión de estas herramientas y se facilite con ello el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es importante motivar al cuerpo docente para apropiarse acerca del manejo de ciertos recursos TIC y tecnologías emergentes, de tal manera que adquiera las habilidades y destrezas necesarias para poder implementarlas en su quehacer profesional, máxime para una generación cuya dependencia a la tecnología (García y Cantón, 2019) es cada vez más arraigada.

Cuadro 6. ¿Qué herramientas TIC emplea usted, como medio de comunicación e interacción con sus alumnos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Correo electrónico	4	57,1	57,1
	Plataforma educativa	1	14,3	71,4
	WhatsApp	2	28,6	100,0
	Total	7	100,0	100,0

La sexta pregunta se resume en el cuadro 7, en la que se aprecia que los profesores encuestados emplean de alguna manera la tecnología móvil como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados se complementan con el cuadro anterior, que muestran que la consulta del correo electrónico, la plataforma educativa y WhatsApp se realiza por lo regular empleando los dispositivos móviles, tanto para consulta de información y comunicación con los estudiantes, como para coordinar talleres, tareas o evaluaciones.

Cuadro 7. ¿Emplea la tecnología móvil como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente sí	2	28,6	28,6	28,6
Probablemente sí	3	42,9	42,9	71,4
Suficiente	2	28,6	28,6	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Se deduce de estos resultados que se precisa guiar al docente en el uso de otras herramientas digitales y tecnológicas que actúan como complemento a las que ya emplea, que le permitan ampliar su campo de acción en cuanto a la forma de llegar al estudiante, facilitando su formación en las matemáticas mediante otros modelos de aprendizaje mediados por las TIC y las tecnologías emergentes. Aunque el uso de la tecnología móvil muestra ser básico, demuestra ser potencial a implementarse más en el escenario educativo de las matemáticas, adicionando herramientas digitales apropiadas para ello.

Los resultados de la séptima pregunta se resumen en el cuadro 8, en la que se observa que los profesores encuestados consideran que están de acuerdo en que la plataforma virtual es un recurso que puede actuar como una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Lo que se deduce de este resultado es que solo uno de siete profesores emplea la plataforma, lo que demuestra una vez más que esta no se usa como apoyo al proceso educativo, a pesar de su potencialidad de ayuda tanto para el maestro como para el estudiante (Humanante et al., 2019). La razón principal de ello se fundamenta en la negativa de usar este recurso con argumentos como: es difícil, no hay tiempo o que no conocen su funcionalidad.

Cuadro 8. ¿Considera que la plataforma virtual es un recurso que puede actuar como una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
De acuerdo	3	42,9	42,9	42,9
Muy de acuerdo	4	57,1	57,1	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Los resultados de la novena pregunta se resumen en el cuadro 9, en el que se muestra que los profesores encuestados afirman estar de acuerdo que las TIC facilitan el autoaprendizaje y el trabajo colaborativo en los estudiantes. Este resultado apoya la implementación de la clase invertida en la praxis académica. Aunque se está de acuerdo con la pregunta, no se aplica en el quehacer docente, lo que confirma una vez más el actuar del maestro frente a la tecnología que tiene a su disposición, a pesar de que este tipo de recursos digitales, como afirman Merla y Yáñez (2016), promueven entornos educativos de vanguardia utilizando material interactivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es decir, estrategias innovadoras que incorporan la tecnología, que elevan la calidad de la instrucción y dan respuesta a las exigencias de la era digital.

Cuadro 9. ¿Considera que las TIC facilitan el autoaprendizaje y el trabajo colaborativo en los estudiantes?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	3	42,9	42,9
	Muy de acuerdo	4	57,1	100,0
	Total	7	100,0	

La novena pregunta se resume en la tabla 10, en la que se observa que los profesores encuestados afirman estar de acuerdo en cierto grado en que las TIC permiten una mayor interacción con el conocimiento, motivando el proceso de aprendizaje en el estudiante. Al contrastar estos resultados con el cuadro anterior, aunque se está de acuerdo en que las TIC contribuyen a la formación del educando, hay cierta duda sobre el verdadero alcance debido al desconocimiento que hay en cuanto a su verdadera utilidad y alcance en la educación superior.

Cuadro 10. ¿Considera que las TIC permiten una mayor interacción con el conocimiento motivando el proceso de aprendizaje en el estudiante?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Definitivamente sí	3	42,9	42,9	42,9
Probablemente sí	3	42,9	42,9	85,7
Suficiente	1	14,3	14,3	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Estos resultados llevan a formular que los docentes en general tienen dudas en cuanto a dimensionar el verdadero alcance de las TIC en la educación, por el hecho de que no las han empleado con un fundamento propio ajustado a la realidad de la asignatura que imparten y por múltiples preguntas que los llevan a evaluar si vale la pena o no su uso, y que son válidas. La Unesco (2013) formula cinco preguntas sobre las TIC, que deben ser consideradas al llevarlas al medio educativo, así:

- ¿Cómo pueden aportar la TIC al desarrollo de una educación relevante que considere el aprender a conocer, el aprender a ser, el aprender a hacer y el aprender a vivir juntos?
- ¿Cómo pueden contribuir las TIC al desarrollo de propuestas pedagógicas pertinentes?
- ¿Cómo se puede favorecer la equidad desde las TIC?
- ¿Es eficiente y eficaz el uso de las TIC en los sistemas educativos?
- ¿Qué tipo de uso y en qué condiciones hacen más eficaz y eficiente la inversión en TIC?

Con respecto a los resultados resumidos en el cuadro 11, se observa que hay incertidumbre frente al hecho de si las TIC ayudan realmente a formar a los estudiantes. Es importante mencionar al respecto, como señalan Lenin, et al. (2017) frente a la enseñanza presencial, que el uso de las TIC produce una ruptura de

las limitaciones físicas del espacio “aula”, actuando como un espacio de comunicación e intercambio de información entre los miembros de la comunidad educativa (padres, profesores, alumnos, etc.). Este hecho es el que aún muchos maestros se niegan a aceptar, y de ahí parte la renuencia a emplear los recursos TIC en su clase, dado que no se consideran como una ayuda o un apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Cuadro 11. ¿Qué opina sobre la afirmación que el uso de las TIC hace dependiente y poco reflexivo al estudiante al momento de emplearlos como apoyo dentro y fuera del aula?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
De acuerdo	3	42,9	42,9	42,9
En desacuerdo	1	14,3	14,3	57,1
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	42,9	42,9	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Se presenta la disyuntiva acerca de emplear las TIC en la educación superior, más aún en un área como las matemáticas. Lo cierto de todo esto es, como afirman Padilla et al. (2014), que:

Las TIC ponen en perspectiva toda una serie de cambios curriculares, pedagógicos, didácticos y evaluativos, transiciones para afrontar las dinámicas de la educación en torno a un proyecto formativo sustentado en estas tecnologías, cuyo valor epistemológico y metódico subyace en otorgar un papel activo al educando para generar su propio aprendizaje a través de referentes constructivistas o conectivistas (p. 291).



De lo anterior se deduce que no es solo el uso de las TIC en el entorno académico, sino el cambio del paradigma del quehacer en él, que hace que el maestro dude en su uso y el verdadero alcance que pueden tener en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las

matemáticas. Es decir, se presenta una incertidumbre manifiesta sobre las implicaciones de las TIC y tecnologías conexas en la formación del estudiante, con razones diversas que rondan desde la resistencia y el temor al cambio, de salir de su zona de confort hasta la desidia. En consecuencia, se requiere por parte del profesor un proceso de adaptación que lo guíe a emplear de manera idónea las TIC; esto llevará a obtener por parte de él un auténtico cambio frente al modelo de enseñanza tradicional, el cual ha demostrado ser poco efectivo en materia de rendimiento académico (Sevilla, 2016; Lamas, 2015; Ñaupari, 2014).

La décima pregunta se resume en el cuadro 12, que valida la posibilidad de implementar recursos TIC de diversa índole, que apoyen al proceso de enseñanza-aprendizaje en la Facultad de Ingeniería de Sistemas. Es importante la motivación del docente para poder implementar las TIC en su quehacer académico, puesto que con ello se propende hacia una educación flexible, dinámica, participativa e inclusiva, entre otros elementos propios del MEDIT, cuyo enfoque exhorta al uso de los recursos digitales en la formación del educando. Por lo tanto, la alfabetización digital a los profesores va a garantizar que los esfuerzos encaminados hacia una educación para la vida se consoliden en realidad.

Cuadro 12. ¿Considera viable implementar las TIC en la asignatura de matemáticas como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de esta?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Definitivamente sí	6	85,7	85,7
	Probablemente sí	1	14,3	100,0
	Total	7	100,0	

Otra conclusión frente a los resultados obtenidos del cuadro anterior es que al implementar las TIC en la educación matemática, se convierte en un proceso que, como indica Hernández (2017) al citar a Díaz-Barriga (2013):

La implicación de la TIC va mucho más allá de las herramientas tecnológicas que conforman el ambiente educativo, se habla de una construcción didáctica y la manera cómo se pueda construir y consolidar un aprendizaje significativo en base a la tecnología; en estricto pedagógico se habla del uso tecnológico a la educación (p. 329).

Hablar sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje implica un escenario académico, en el cual confluye la enseñanza que guía o imparte el docente al estudiante mediante una comunicación estructurada, con el fin de que estos se apropien del conocimiento mediante un aprendizaje caracterizado por una metodología y pedagogía idóneas. Por consiguiente, la enseñanza y el aprendizaje deben responder a unos objetivos de carácter participativo, comunicativo y desarrollador,

promotor o agente del cambio educativo, por lo cual deben ser: orientadores, flexibles, personales, negociados y cognitivos, entre otros aspectos significativos (Bravo y Cáceres, s. f.). Con esta afirmación, el uso de las TIC en el entorno educativo como apoyo a la enseñanza de las matemáticas queda justificado, tal como lo exponen los profesores encuestados.

Las respuestas de la duodécima pregunta se resumen en el cuadro 13, con la que se valida la posibilidad de implementar el aprendizaje híbrido y el aprendizaje móvil (Márquez, 2020) en los cursos que imparten, en particular en la asignatura de Matemáticas I, que abre la posibilidad de implementar modelos pedagógicos como la clase invertida y el aprendizaje colaborativo, entre otros.

Cuadro 13. ¿Estaría dispuesto a probar ciertos recursos TIC en su asignatura de matemáticas empleando la plataforma virtual y los dispositivos móviles como ayuda a su quehacer docente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido				
	6	85,7	85,7	85,7
	1	14,3	14,3	100,0
Total	7	100,0	100,0	

Los resultados obtenidos respaldan el hecho de que se debe avanzar significativamente en impulsar el MEDIT en la Universidad de Cundinamarca. Con estos resultados se propone, en primera instancia, al docente del área de matemáticas cambiar el paradigma de la educación tradicional por uno mediado por las TIC y las tecnologías emergentes, tendientes a mejorar el rendimiento académico del estudiante y humanizar la educación acorde al modelo planteado por la Universidad. Para ello, implica que el maestro asuma un rol diferente en cuanto a cómo imparte sus clases, dando paso a otro modelo de enseñanza flexible, dinámico y adaptable, según las necesidades propias del aprendizaje del estudiante.

Es importante tomar un tiempo para reflexionar en cuanto al papel del profesor en un ambiente cada vez más cambiante, en el cual la tecnología y las TIC asumen un papel preponderante en la educación contemporánea; como prueba de ello, fueron las clases virtuales desarrolladas en el mundo durante el primer semestre del año 2020, por causa de la pandemia del COVID-19 (Anjorin, 2020). En este contexto, la capacitación y el desarrollo de planes de formación docente fueron determinantes, convergentes a mejorar la forma de hacer llegar el conocimiento en un contexto de cuarentena y aislamiento social.

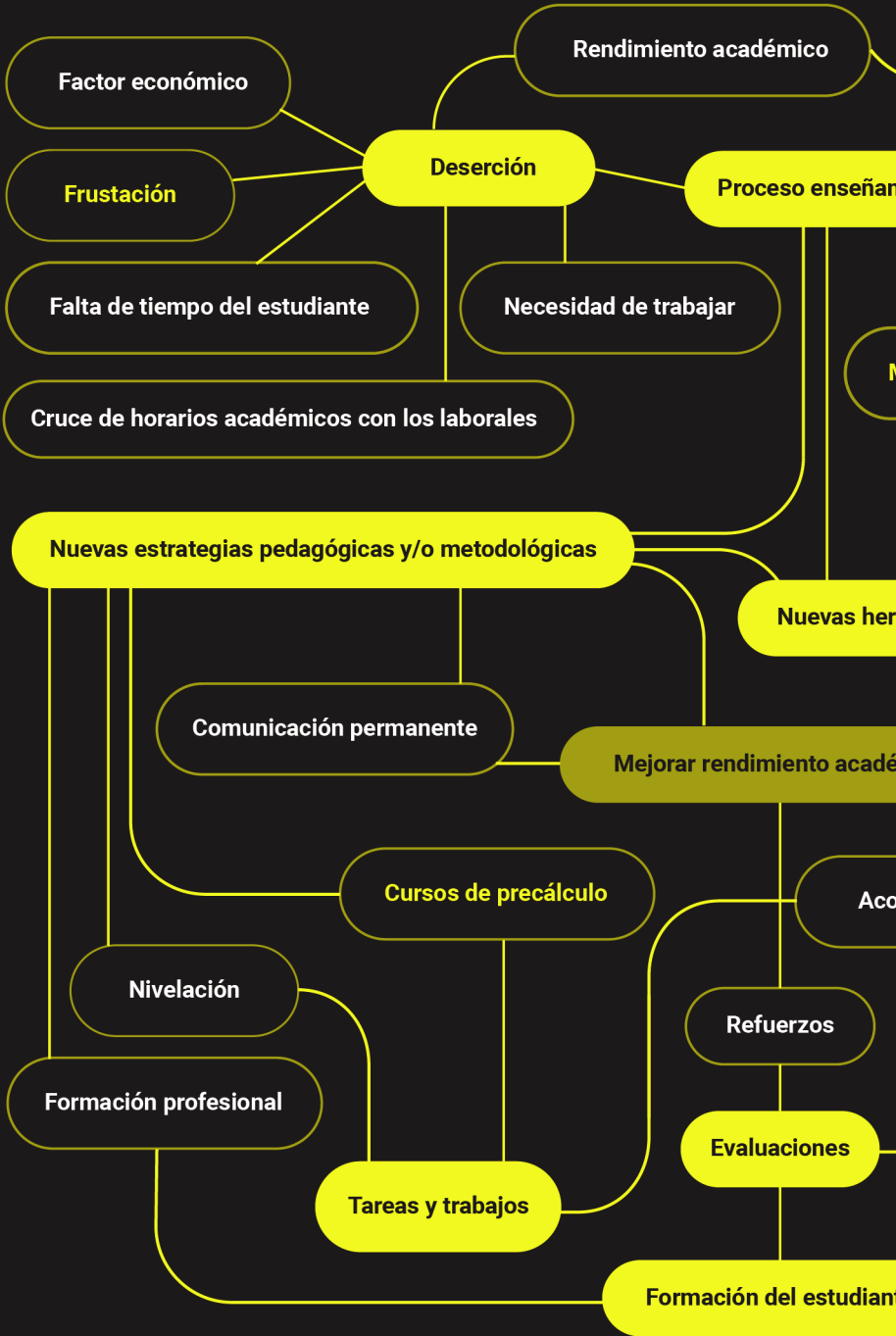
Aunque quedaron muchas cosas por mejorar, lo que demostró este ejercicio emprendido por las instituciones de educación en sus diferentes niveles y modalidades, auspiciado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), es que la tecnología y las TIC son fundamentales dentro y fuera del aula de clase. Asimismo, que la sociedad actual requiere de la formación

integral del docente, en la cual las competencias digitales deben ser integradas a su quehacer profesional, lo cual implica que la metodología y pedagogía marcadas con los modelos tradicionales de enseñanza y aprendizaje deben ser reformulados, y no solo por las instituciones sino por el propio profesor.

La educación contemporánea debe llevar al estudiante a un aprendizaje que le permita enfrentarse a realidades de la vida cotidiana, lo que debe motivar al profesor a crear e implementar estrategias que faciliten gestionar el conocimiento, y es allí donde las TIC pueden ayudar en esta tarea, facilitando nuevos escenarios con competencias didácticas y técnicas diseñadas con modelos educativos emergentes digitales. Por lo tanto, la capacitación continua en materia de recursos digitales por parte del profesor es fundamental, en la cual la autoformación sea parte de su quehacer profesional y le permita *a posteriori* desarrollar las habilidades necesarias para que utilice sus propios recursos TIC, convirtiéndolo en un prosumidor (González y Rincón, 2013).

Resultado de entrevista a profesores

En el presente tema se abordó una problemática global frente al rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de matemáticas. Los resultados de la entrevista efectuada a un grupo de profesores de ciencias básicas se resumen en la figura 1, en la que aparece sintetizado mediante un árbol semántico lo más relevante relacionado con las causas de bajo rendimiento académico, implicaciones y posibles soluciones.





Bajo rendimiento académico

Falta de herramientas tecnológicas

Inasistencia

Apatía de las matemáticas

Matemáticas como obstáculo

Malas bases en conceptos matemáticos

Trabajo colaborativo

Malas bases que traen de la secundaria

Instrumentos pedagógicos

Aprendizaje autónomo

Aprendizaje móvil

Redes de conocimiento

Aprendizaje colaborativo

Clase invertida

TIC

Ambientes virtuales

Aprendizaje híbrido

Acompañamiento

Comunicación

Competencias matemáticas

detectaron varias causas por las cuales el rendimiento académico de los estudiantes de matemáticas no es bueno, como son:

- Inasistencia.
- Apatía a las matemáticas.
- Malas bases en conceptos matemáticos.
- Malas bases que traen desde los estudios en secundaria.
- Falta de herramientas tecnológicas.

Otro factor negativo relacionado al rendimiento académico es aquel por el cual el estudiante decide no continuar, ya sea en la asignatura de matemáticas o en la institución, y es la deserción, cuyas causas los docentes las sintetizan en cinco, así:

- Factor económico.
- Frustración.
- Falta de tiempo para dedicar al estudio.
- Necesidad de trabajar.
- Cruce de horarios académicos con los laborales.

De lo anterior, se concluye que el rendimiento académico presenta una dinámica compleja que hace que este no sea ideal en el área de las matemáticas, que lleva incluso a tomar la decisión de desertar, cuyas causas van desde la falta de compromiso y motivación hacia el estudio por parte del estudiante, hasta

factores de índole familiar, económico y laboral que lo obligan a dejar o postergar su carrera universitaria.

Las propuestas de los maestros entrevistados frente al panorama expuesto se resumen en dos elementos clave que apoyan al MEDIT en su dinámica frente al proceso de enseñanza-aprendizaje: empleo de nuevas herramientas pedagógicas y el uso de nuevas estrategias pedagógicas o metodológicas basados en las TIC y las tecnologías emergentes.

El objetivo del uso de las herramientas pedagógicas tiende a emplear recursos tecnológicos, en el que algunos elementos planteados soportan la propuesta del macroproyecto de investigación realizado por los grupos de investigación Sara y Axioma, como son: la clase invertida, el aprendizaje móvil, el aprendizaje autónomo, el aprendizaje híbrido mediado por los ambientes virtuales, las redes de conocimiento, el aprendizaje y el trabajo colaborativo. Todos estos elementos están en concordancia con las competencias matemáticas planteadas en el plan de estudios profesorado recientemente por la Universidad, en aras de dar una solución plausible a mejorar el rendimiento académico de los educandos.

En cuanto a las nuevas estrategias pedagógicas o metodológicas tendientes a mejorar el rendimiento académico, se plantearon cursos de nivelación, cursos de precálculo y formación profesional, esto último para el caso de los maestros. Estas estrategias implican de facto, una comunicación permanente entre maestro-estudiante mediante un acompañamiento en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual las tareas y trabajos deben converger a unas

evaluaciones que permitan medir los resultados de estas estrategias. Lo que se persigue con estas propuestas tendientes a mejorar el rendimiento académico, es que los refuerzos deben estar presentes en cada estrategia, incluso en las propias evaluaciones, y que todo ello en conjunto contribuya a la formación del estudiante.

Se concluye del árbol semántico que se observa una sinergia entre la pedagogía y metodología emergentes que buscan integrar las TIC y la tecnología para lograr atraer y motivar al estudiante a que se apropie del conocimiento de las matemáticas, y comprenda la importancia en su formación como futuro profesional. Aunque existen diversos obstáculos difíciles de afrontar, tanto en lo académico como en lo social y cultural en la que se encuentra inmerso el estudiante, los maestros entrevistados mostraron disposición en apropiarse de lo que brindan las tecnologías emergentes y las TIC con el fin de llevarlo a la praxis en su quehacer profesional.

La disposición de los maestros en cuanto a asumir una posición diferente frente al modelo tradicional de la educación, da pie para plantear nuevos modelos pedagógicos y metodológicos fundamentados en las tecnologías emergentes, que permitan transmitir su conocimiento, experiencia y habilidades desde otro ángulo, contribuyendo con ello a la formación del educando de una manera diferente, dinámica y flexible, en la cual la tecnología asume el rol como herramienta de ayuda y no como sustituto del maestro.

Conclusiones

La encuesta arroja información relevante con respecto al uso de las TIC por parte de los docentes, en la cual un 43 % no tiene la certeza de haberlas utilizado, lo que implica que no hacen uso de ellas en las asignaturas que orientan. También evidencia que un 50 % de los encuestados hacen uso de las clases magistrales como único medio para orientar sus cátedras, y no utilizan las herramientas TIC ni las tecnologías emergentes como recurso pedagógico complementario, probablemente por desconocimiento o resistencia al cambio. Por consiguiente, se hace necesario que la Universidad de Cundinamarca asuma el liderazgo a través de la Escuela de Formación Docente, para promover y fortalecer las capacitaciones a todo el personal de profesores, que permita a corto tiempo integrar herramientas TIC en sus cátedras y, de esta forma, se alineen a las exigencias de una educación moderna.

A pesar de que la Universidad cuenta con una plataforma virtual y diferentes herramientas a disposición de los profesores, solo un docente de los siete encuestados demostró hacer uso de ella, lo que implica que un porcentaje alto tiene un desconocimiento de los alcances que presentan estas herramientas. Además de poseer una serie de herramientas que facilitan el

aprendizaje de las matemáticas, solo el 28 % de los encuestados afirma hacer uso de los recursos tecnológicos, lo que demuestra un panorama preocupante, si se espera que esta facultad es la que debe liderar estas iniciativas, por estar en la línea de la tecnología.

Los profesores encuestados son conscientes de que el uso de las TIC y las tecnologías emergentes en la educación permiten una mayor interacción con las temáticas impartidas y, de esta forma, los estudiantes pueden apropiarse mejor el conocimiento, pero no hacen uso de ellas a pesar de que bien administradas son una gran fortaleza. Es importante cambiar el paradigma de la educación tradicional, y el primer paso es modificar la manera de hacer llegar el conocimiento al estudiante, ya que las TIC y las tecnologías emergentes aportan lo suyo para poder lograr este objetivo.

Para finalizar, el nuevo modelo educativo MEDIT de la Universidad de Cundinamarca exhorta a la comunidad académica a acogerse al uso de la tecnología y los medios digitales como un recurso para una educación inclusiva, flexible, participativa y dinámica. Por lo cual, el docente dispone de nuevas herramientas para facilitar el proceso educativo, y solo requiere adquirir las competencias digitales necesarias, a través de los recursos con que dispone la Universidad, como también lo que brinda la Internet. Por lo tanto, la capacitación debe partir de una iniciativa propia, en la que se exhorta al docente a udecino en general a que asuma este reto personal y profesional, reflexionando sobre la importancia que tiene su labor tanto para la institución como para la sociedad, la cual demanda estar mejor preparados para enfrentar los retos que

esta impone, y un ejemplo de ello ha sido la pandemia por causa del COVID-19 en 2020, cuyas repercusiones en la educación a largo plazo aún son inciertas.



Referencias

Abasto, R. R. (2017). *La función docente y el rendimiento académico: una aportación al estado del conocimiento*. Congreso Nacional de Investigación Educativa - COMIE. San Luis Potosí, México.

Anjorin, A. (2020). The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: A review and an update on cases in Africa. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, (13), 1-5. <https://doi.org/10.4103/1995-7645.281612>.

Botello, P. H. A. y López, A. A. (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico: Evidencia de la prueba PIRLS en Colombia 2011. *Revista Academia y Virtualidad*, 7(2), 15-26.

Bravo, L. G. y Cáceres, M. M. (s. f.). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(7), 1-7.

Cetinkaya, L. (2017). The impact of WhatsApp use on success in education process. *Inter-*

national Review of Research in Open and Distributed Learning, 18(7), 59-74. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i7.3279>

Faustino, A., Wongo, G. E. y Arrocha, R. O. (2019). Las tecnologías computacionales y su repercusión en el proceso de formación matemática en la República de Angola. *Revista Educación*, 43(1), 1-26. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i1.25502>

García, M. S. y Cantón, M. I. (2019). Uso de tecnologías y rendimiento académico en estudiantes adolescentes. *Rev. Comunicar*, 27(59), 73-81. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-07>

González, G. K. y Rincón, C. D. (2013). El docente-prosumidor y el uso crítico de la web 2.0 en la educación superior. *Revista Sophia*, (9), 86-101.

Grisales, A. A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, 14(2), 198-214 <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>

Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: retos y perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>

Humanante, R. P., Fernández, A. J. y Jiménez, C. (2019). Aulas virtuales en contextos universitarios: percepciones de uso por parte de los

estudiantes. *Revista Espacios*, 40(2), 1-16.

Jiménez, E. y Gijón, J. (2016). Las TIC en los países andinos: programas escolares y papel del docente. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 31(1), 165-181. <http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>

Lamas, H. A. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 3(1), 313-386. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>

Lenin, S. P., Washington, F. A., Enrique de Jesús, D. y Rodríguez, Q. V. (2017). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria. *Dom. Cien.*, 3(2), 721-749. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocai.2017.3.2.721-749>

Márquez, D. J. (2019). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para el proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En D. J. Márquez (Ed.), *Educación, ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo XXI*. Publicaciones Udistrital.

Márquez, D. J. E. (2020). Tecnologías emergentes aplicadas en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, 16(38), mayo.

Merla, G. A. y Yáñez, E. C. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendi-

miento académico. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 16(8), 68-78.

Ñaupari, R. F. (2014). Evaluación del rendimiento académico de estudiantes universitarios en la modalidad presencial y virtual. *Apunt. Cienc. Soc.*, 4(1), 69-77.

Padilla, J., Vega, P. y Rincón, D. (2014). Tendencias y dificultades para el uso de las TIC en la educación superior. *Ciencias de la Educación*, 10(1), 272-295.

Sevilla, M. P. (2016). Agrupación de estudiantes según rendimiento académico: ¿Afecta el núcleo pedagógico? *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(1), 93-100.

Unesco. (2013). ¿TICs para qué? Algunas preguntas desde el enfoque de educación para todos. En Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/Unesco Santiago), Chile, *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe* (pp. 25-30).

Estudio de caso sobre la aplicación de tecnologías emergentes en el aula para un curso de Matemáticas I



Harvey I. Hernández Y., Luz J. Castañeda R., Angélica Bravo B., Luis A. Hernández H.

Introducción

El contexto educativo de cada época ha sugerido a lo largo de la historia un acondicionamiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en atención a que la tecnología modifica nuestra manera de aprender y comunicarnos. De igual manera, sugiere individuos con unas habilidades acordes a las necesidades propias de una sociedad en auge, lo que debe redundar en procesos escolares adaptativos.

En este sentido, en la demanda de idear procesos que estén a la vanguardia y aprovechando las cualidades que ofrecen actualmente las tecnologías emergentes en la educación, se busca mejorar la conceptualización en los estudiantes mediante el diseño y la aplicación piloto de una estrategia de enseñanza-aprendizaje para un curso de Cálculo Diferencial, basado en la metodología *Flipped Classroom*, en aras de potenciar habilidades del pensamiento de los estudiantes contando con el espacio en clase. Así, la metodología en mención no se enfoca en explicar el tema, sino para desarrollar y poner en práctica el trabajo colaborativo y la discusión de los puntos de vista frente a una misma situación, en la cual el estudiante es el centro del proceso dado que se cuenta con el espacio de la clase ya no para explicar el tema, sino para desarrollar la tarea que antes se hacía en casa aprovechando el trabajo colaborativo y la discusión de los distintos puntos de vista frente a una misma situación.

El estudio se adelanta con un grupo experimental de 30 estudiantes del programa de ingeniería, desde la metodología *investigación-acción*. Se realiza una prueba inicial y se evalúan los resultados académicos a través de tres cortes durante la aplicación piloto. Se hacen observaciones durante el proceso frente a la manera como los estudiantes se desenvuelven con respecto al uso de los recursos propuestos.



De la didáctica

Las tecnologías emergentes plantean la formación de personas preparadas no solo en el aspecto cognitivo, sino además con habilidades operativas, capaces de enfrentarse a los retos que pone de manifiesto el creciente desarrollo científico y tecnológico; así, en diversos campos, la manera de hacer las cosas cambia rápidamente. Así mismo, cualidades como la autonomía en la formación y actualización académica son pilares fundamentales en un ámbito competitivo.

Este tipo de cualidades pueden forjarse desde la escuela (en cualquier nivel de escolaridad), si centramos los procesos de enseñanza-aprendizaje en el estudiante a un ritmo y estilo de aprendizaje sacando partido de sus habilidades cognitivas. Con la metodología *Flipped Classroom* se busca potencializar estas destrezas y es una buena alternativa en el aprendizaje del estudiante.

Se propone aplicar esta estrategia teniendo en cuenta las grandes ventajas que ofrece, aprovechando de forma ideal el espacio académico para fortalecer la resolución de problemas, dimensionar los campos de aplicación de la temática en estudio, forjar la autonomía académica e incrementar el trabajo colaborativo.

Con esto en mente, se toman en cuenta las capacidades individuales, permitiendo aprovechar el trabajo independiente en la medida en que el estudiante indaga en casa sobre los fundamentos teóricos o epistemológicos del objeto de estudio y, como se mencionó anteriormente, es una metodología centrada en el estudiante. Todos estos aspectos favorecen a la enseñanza de la matemática en la medida en que es un tema que causa dificultad para la mayoría de los estudiantes, de acuerdo con la experiencia propia.

En general, Hamdam et al. (2014) definen cuatro pilares del *Flipped Learning*, tenidos en cuenta en la presente propuesta, como se observa en la figura 1:

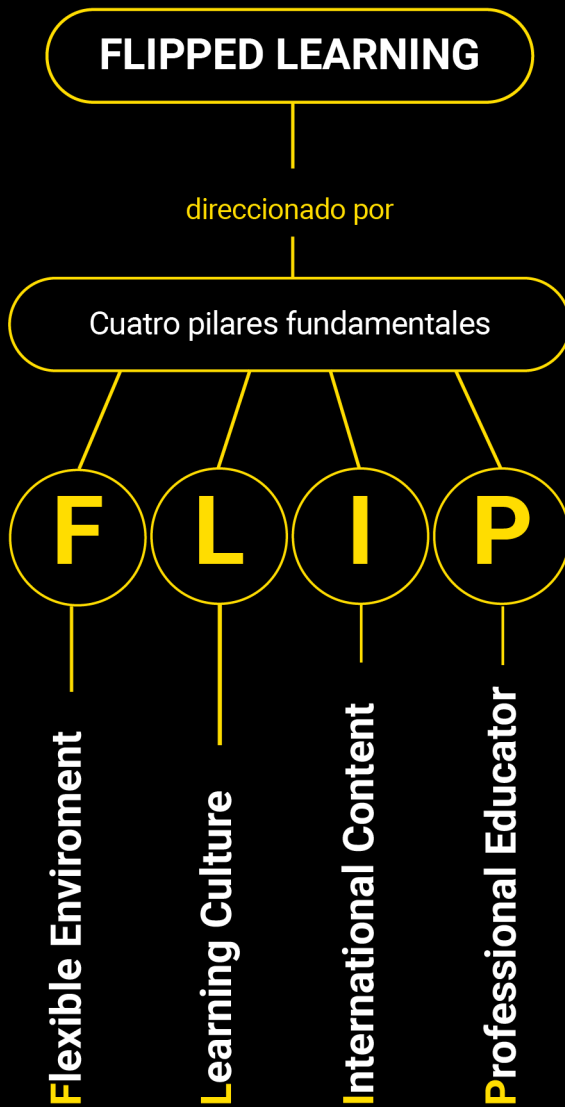


Figura 1. Cuadro sobre los Cuatro pilares del Flipped Learning, The Four Pillars of F-L-I-P.

Las características generales que se pueden evidenciar en la clase invertida propuesta por diversos autores (Hernández y Tecpan, 2017; Aguilera et al., 2017; Yactayo, 2016) son:

- Aprovechamiento óptimo de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- Fortalecimiento de la autonomía escolar.
- Refuerzo del trabajo colaborativo.
- Participación activa del estudiante en el aula de clase y fuera de ella.
- El proceso está centrado en el estudiante y no en el docente.
- El modelo se ajusta al estilo y ritmo de aprendizaje del estudiante.

Si bien los autores declaran ventajas y desventajas acerca de la metodología, mediante la experiencia se ha demostrado que son más las ventajas, en las cuales el estudiante muestra mayor motivación por aprender, al igual que se promueve la autonomía en cuanto a su aprendizaje. En consecuencia, la autoformación cuando es codirigida por el profesor, demuestra ser efectiva en cuanto a que el estudiante puede

clarificar conceptos y dudas frente a determinados temas. De igual manera, se evidencian notables mejoras a la hora de compararla con la metodología tradicional (Bergmann & Sams, 2014).

En la actualidad esta metodología se encuentra en auge en diferentes contextos de la educación, y es ampliamente aplicada desde niveles de básica primaria (Yactayo, 2016) hasta la educación superior. Igualmente, con esta metodología se abarcan todas las áreas del saber en los distintos niveles de educación, incluyendo áreas tan específicas como la educación física (García et al., 2015) y la música (Calvillo, 2014).



Tecnologías emergentes usadas en el proyecto

A continuación se mencionan algunos recursos tecnológicos requeridos en la ejecución del curso piloto en función de su utilidad:

Tabla 1. Relación de recursos tecnológicos aplicados.

Nombre recurso TIC	Características	Uso en el proyecto
Aula virtual (plataforma Moodle)	Es un recurso derivado del E-Learning (con el que cuenta la institución educativa), que permite en el caso complementar las actividades presenciales.	Se organizó el contenido y se programaron las actividades. Se dispuso de igual manera a través de este medio, el acceso a varios de los recursos.
Google Form	Es una aplicación de Google Drive que sirve para la aplicación de encuestas en línea que muestra además resultados estadísticos.	Se utilizó en el diseño y la aplicación del test inicial. De igual manera, se pudo extraer parte del análisis estadístico en las respuestas de tipo cerradas.

YouTube	Es un sitio web que sirve para compartir y visualizar videos.	A través de este sitio se compartieron videos tutoriales de tipo MOOC, de producción propia y de otras fuentes, vinculados a través del aula virtual.
Symbaloo	Recurso web generador de contenidos.	Requerido en la consolidación y organización de la información.
Geogebra	Software matemático interactivo libre para la educación. Es un procesador geométrico y algebraico. Reúne geometría, álgebra, estadística y cálculo.	A través de este software se apoyó el desarrollo de actividades de clase asignadas mediante guías.

De la metodología

La metodología para desarrollar la estrategia del *Flipped Classroom* fue experimental de carácter observacional, con un grupo de 30 estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas, de primer semestre, coordinado por los autores de este capítulo, que para los fines descritos en la introducción se aplica la estrategia *Flipped Classroom*.

Las edades del grupo de destinatarios oscilan entre los 16 y 20 años, por lo que se pueden considerar nativos digitales. Sin embargo, están habituados a la metodología “tradicional” en la que el docente explica el contenido y ellos realizan ejercicios de aplicación como trabajo extraclase. La estrategia con la que se pretendió trabajar sugirió autonomía, que habitualmente no es una fortaleza en los estudiantes con un modelo educativo “tradicional”.

La Universidad de Cundinamarca se caracteriza en general por ofrecer la posibilidad de formación profesional a habitantes de provincia, que habitualmente no cuentan con los recursos para desplazarse a la capital. En este sentido, los estudiantes son de características culturales y académicas diversas, que en general enriquecen el proceso, aunque no todos son

altamente hábiles en el uso de las TIC en su proceso educativo. Al respecto, es de resaltar que la Universidad cuenta con recursos (computadores portátiles, Internet, bases de datos, aulas virtuales) que intentan cubrir las necesidades de acceso a la información para la mayoría de los estudiantes y docentes.

Metodología de investigación

Teniendo en cuenta que el presente proyecto está apoyado en la *investigación-acción*, surgen las cuatro primeras fases de la siguiente manera:

1. Detectar una realidad educativa con oportunidad de mejora: particularmente en el curso de Cálculo Diferencial.
2. Puesta en acción: se propone categorizar una serie de recursos TIC que incentiven en el estudiante el acceso a la información y la potencialización de habilidades como la autonomía, destrezas investigativas, deseo de indagar más allá de lo que se estudia en el aula de clase. Para ello se estructura una secuencia didáctica (descrita en el ítem de *Actividades*), apoyada en la metodología *Flipped Classroom*

que, como ya se ha mencionado, permite al estudiante ajustar el desarrollo de contenidos a su propio ritmo de aprendizaje.

3. Observar los resultados: se aplica una prueba inicial denominada “Test de Diagnóstico” previa a la aplicación de la estrategia, para compararla al final con las notas obtenidas en cada corte por cada estudiante y evaluar los resultados, tanto cuantitativos, como cualitativos.
4. Reflexionar: al final, se determinan las ventajas y desventajas encontradas a lo largo de la aplicación de la estrategia y compararlas con los resultados, en aras de hacer una introspección sobre el primer impacto que generó la propuesta y a futuro fortalecerla y apropiarla.



De la aplicación

Se procede a definir las siguientes actividades:

Actividad 1: Identificación de una realidad educativa con oportunidad de mejora.

En primera instancia se hace necesario identificar una situación que amerite la atención y ofrezca una oportunidad para aprovechar las TIC para mejorar los procesos académicos. Así, se identificó la necesidad de idear estrategias para la enseñanza de un curso que con la metodología tradicional representa habitualmente dificultad para los estudiantes.

Actividad 2: Preparación de los recursos didácticos.

Luego, se procede a elegir los recursos necesarios para el aprovechamiento de las TIC buscando sacar el mejor beneficio. Oportunidad que se encuentra al trabajar con la metodología *Flipped Classroom*, motivo por el cual se selecciona como lineamiento en la presente propuesta. Así se consolida el siguiente material:

- Se seleccionan los temas por trabajar en un orden y contenido específicos.
- Videos tutoriales: se seleccionan dos videos tutoriales encontrados en YouTube, se elaboran tres a nivel personal y dos con el apoyo de dos compañeros.
- Se diseñan presentaciones por cada tema para consolidar aspectos conceptuales y teóricos, editadas en LaTeX.
- Se elaboran las evaluaciones y los cuestionarios de realimentación, a manera de control sobre los


contenidos y los videos tutoriales.

- Se organiza una serie de ejercicios, algunos destinados como trabajo en el aula, y otros para presentarlos resueltos como material de apoyo y estudio.
- Se diseñan guías prácticas de laboratorio para ser trabajadas en el aula de clase, apoyadas en el uso de la herramienta digital Geogebra.
- Se organiza una guía de orientación para el estudiante.
- Se organizan todos los recursos a través del aula virtual.
- Se prepara un test diagnóstico necesario para identificar cambios en el aprendizaje, aplicado antes de emplear la estrategia.

Actividad 3: Preparación de la secuencia didáctica.

Se prepara una secuencia didáctica, tal como se muestra en la tabla 2, programando cada una de las actividades en una fecha determinada en función de los recursos didácticos definidos:

Tabla 2. Secuencia didáctica.

 UDEC UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	
Secuencia didáctica para el curso de Matemática I Universidad de Cundinamarca Facultad de Ingeniería Área de Ciencias Básicas	
Identificación de la secuencia didáctica	
Facultad:	Ingeniería
Asignatura:	Matemática I (Cálculo Diferencial)
Semestre:	Primero
Intensidad:	64 horas (4 horas/semana)
Temas:	Números reales Funciones Límites y continuidad Derivadas
Objetivo específico del curso	
Formar y desarrollar en el estudiante habilidades, destrezas y actitudes en los conocimientos básicos, haciendo énfasis en la interpretación y solución de problemas desde el cálculo, la geometría y la trigonometría.	

Contexto curricular

El componente de Ciencias Básicas, en general, fortalece en el futuro profesional su habilidad para solucionar situaciones problema. La Matemática I proporciona al estudiante los fundamentos matemáticos necesarios para apropiarse de los conceptos básicos en su formación como ingeniero y le permite construir procesos sistemáticos y analíticos que desarrollen el pensamiento científico. A la vez propicia el desarrollo de habilidades de razonamiento lógico que facilitan el aprendizaje de conocimientos matemáticos que requieren mayores niveles de abstracción.

Competencia Interpretativa	Competencia Argumentativa	Competencia Propositiva
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica simbología y lenguaje matemático aplicable en la interpretación del evento. • Interpreta algoritmos y modelos propios del cálculo diferencial, elementos necesarios en la comprensión y análisis de eventos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analiza problemas y los resuelve. • Realiza procedimientos adecuados para la solución de problemas. • Plantea y soluciona problemas relacionados con los temas estudiados, en otros contextos en forma exitosa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formula conclusiones utilizando la información obtenida y su análisis matemático.

Recursos bibliográficos

- Larson, R. y Edwards, B. (2010). Cálculo. 9.ª edición. McGraw-Hill.
- Stewart, J. (2018). Cálculo de varias variables trascendentes tempranas. 8.ª edición. Cengage Learning.
- Varberg, D., Rigdon, S. E. y Purcell, E. (2007). Cálculo de Purcell. 9.ª edición. Pearson Educación.

Actividades

Actividades con el docente	Actividades de trabajo independiente	Criterios y evidencias
Resolver problemas de aplicación algebraica.	Revisar el contenido propuesto en el aula virtual para preparar previamente los temas. Resolver actividades de trabajo independiente.	Acceso al material propuesto en el aula virtual. Resolución de actividades de trabajo independiente.
Reconocer función real y sus propiedades.	Revisar el contenido propuesto en el aula virtual para preparar previamente los temas. Resolver actividades de trabajo independiente.	Acceso al material propuesto en el aula virtual. Resolución de actividades de trabajo independiente.

	Revisar el contenido propuesto en el aula virtual para preparar previamente los temas. Resolver actividades de trabajo independiente.	Acceso al material propuesto en el aula virtual. Resolución de actividades de trabajo independiente.
Aplicar el concepto de derivada en la modelación de situaciones problema en el contexto.	Revisar el contenido propuesto en el aula virtual para preparar previamente los temas. Resolver actividades de trabajo independiente.	Análisis de modelos matemáticos. Resoluciones del modelo.
Acuerdo pedagógico		
Los estudiantes conformarán equipos de trabajo como máximo de tres integrantes, a libre albedrío.	Los estudiantes se comprometen a hacer aportes significativos a su equipo de trabajo de manera constante.	El equipo de trabajo, debe elegir un líder, responsable de coordinar el cumplimiento de las actividades y velar por el compromiso por parte de cada uno de los integrantes.

Actividad 4: Aplicación de la prueba inicial (diagnóstico).

Se aplica un test diagnóstico a través de un formulario Google Forms, diseñado en tres niveles de dificultad (de menor a mayor dificultad). Se muestra en la figura 2, parte de la evidencia:

- *Nivel I:* El estudiante de Categoría I, frente a una información gráfica, en tablas o de forma analítica, reconoce magnitudes relacionadas y realiza cálculos algebraicos para extraer información oculta.
- *Nivel II:* Además de la competencia de Categoría I, el estudiante reconoce patrones y los utiliza en la resolución de planteamientos del contexto.
- *Nivel III:* Aparte de demostrar las competencias de Categoría I y II, el estudiante de esta categoría reproduce y plantea modelos a partir de la información dada, para resolver problemas.

Es de resaltar que el estudiante debe superar cada uno de los niveles para presentar la prueba de nivel superior.

Cálculo diferencial

Presentación del curso		Diagnóstico		Números Reales		Desigualdades e Inecuaciones		Funciones		Operaciones con funciones	
Funciones Inversas		Límites		Límites 2		Límites 3		Derivadas		Semana 10	
Semana 15		Derivación		Aplicaciones		Autoevaluación Estudiantes		Plantilla		¿Cómo citar?	
								Actividades Huérfanas			

 **Exámenes de Diagnóstico**

Presente estos cuestionarios al ingresar al curso de Matemáticas I. Empiece en el Cuestionario Nivel 1, si obtiene un resultado muy bueno o considera que este es muy sencillo, avance al cuestionario Nivel 2. Realice el mismo análisis para el Cuestionario Nivel 3.

Si el cuestionario le resulta complicado, realice trabajo independiente para complementar estos temas. Se acordará con el profesor la inclusión o no de esta nota.

- ! Nivel 1
 ! Hecho 13 de febrero de 2019
 26 de 39 intentadas
- ! Nivel 2
 ! Hecho 13 de febrero de 2019
 19 de 39 intentadas
- ! Nivel 3
 ! Hecho 13 de febrero de 2019
 8 de 39 intentadas

Figura 2. Captura del “Test Inicial” aplicado en Google Forms desde el aula virtual.

Actividad 5: Aplicación de la estrategia.

Se procede a poner en marcha lo programado en la secuencia didáctica llevando un registro de las actividades diarias y observaciones especiales.

Actividad 7: Consolidación y análisis de resultados.

A lo largo del proceso se recopila información cuantitativa y cualitativa del proceso, cuya consolidación se expone a continuación.

De los resultados

Para medir un primer impacto de la estrategia, se aplica un “Test Inicial” para el diagnóstico y posterior contraste con los resultados de las notas obtenidas por corte para cada estudiante, revisando cuantitativamente el número de respuestas correctas y cualitativamente el nivel de argumentación.

El test consta de 20 preguntas para niveles 1 y 2, y 10 preguntas para nivel 3, con las siguientes características:

- Temáticas abordadas. Nivel 1: números reales, Nivel 2: resolución de expresiones algebraicas, Nivel 3: proposición de diferentes formas de solución de simplificación de expresiones.
- Para Nivel 1, se plantean 6 preguntas cerradas de Falso - Verdadero, 11 de selección múltiple y 3 preguntas abiertas. Para Nivel 2, se plantean 4 preguntas cerradas de Falso - Verdadero, 10 de selección múltiple y 6 preguntas abiertas. Para Nivel 3, se plan-

tean 3 preguntas cerradas de Falso - Verdadero y 7 de selección múltiple.

- Se considera correcta la respuesta a la pregunta abierta que se justifique desde principios matemáticos certeros. En el caso de Falso - Verdadero o de selección múltiple ya se conoce previamente la respuesta acertada.
- Alto: relaciona de manera certera el enunciado con su justificación y, además, utiliza la terminología adecuada, enunciando principios físicos alusivos a la idea que se desea argumentar.

Los resultados obtenidos se describen a continuación:

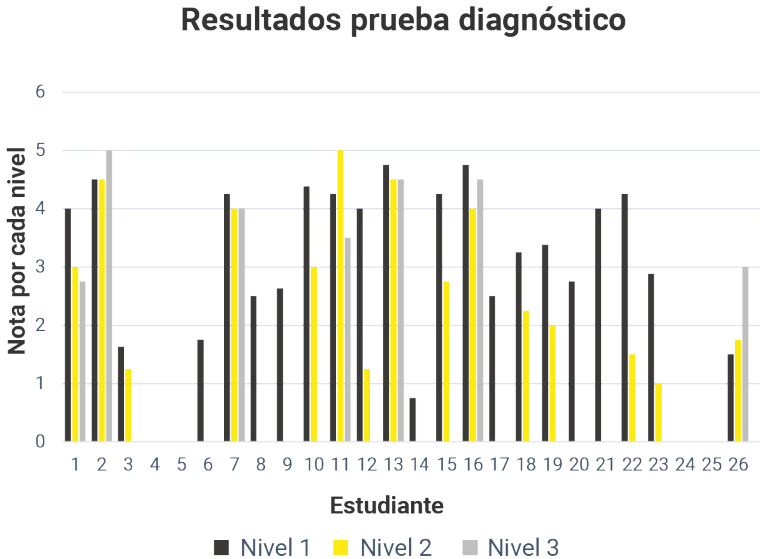


Figura 3. Resultados cuantitativos de la prueba inicial aplicada al grupo experimental.

Se hace evidente en la figura 3, que aproximadamente el 27 % de los estudiantes decidieron no presentar el test inicial. Es de resaltar que se les dio la oportunidad de no presentarlo, si consideraban que las preguntas presentadas en Nivel 1 revestían un grado de complejidad tal, que no lo podían responder. Los resultados fueron cuantificados en la escala de 0 a 5.0, teniendo en cuenta que cada una de las preguntas tenía el mismo valor.

Como se hace más evidente en la figura 4, del 73 % restante de estudiantes que presentaron la prueba de Nivel 1, solo el 50 % lo aprobaron, lo que les permitió acceder a la prueba de Nivel 2. De ellos, solo el 23,33 % aprobaron ese nivel y solo 6 estudiantes aprobaron

el Nivel 3, es decir menos del 50 % restante. Se observó que el estudiante número 1 fue el único que presentó Nivel 3 sin aprobarlo.

Estudiantes que presentaron cada uno de los niveles de prueba

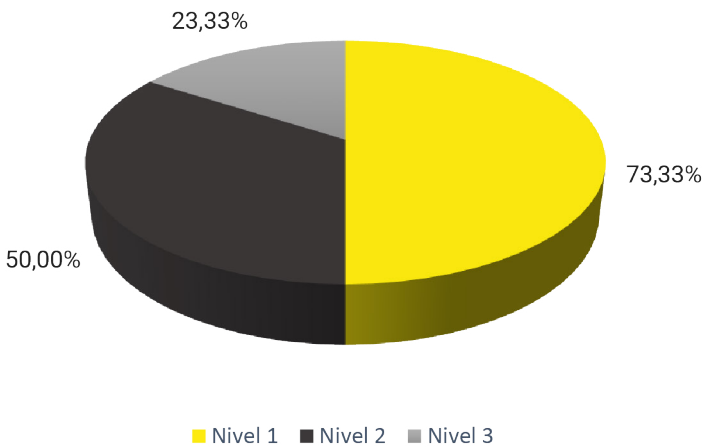


Figura 4. Porcentaje de estudiantes que presentaron cada uno de los niveles de la prueba inicial.

Por otra parte, se analizan los resultados obtenidos en cada uno de los cortes en una escala de 0.0 a 5.0, por parte de cada uno de los estudiantes, como se observa en la figura 5. Allí se aprecia una leve mejoría en los resultados en la medida en que el curso fue avanzando. El promedio del primer corte fue de 2,8, en el segundo corte de 3,4 y para el tercer corte de 3,1.

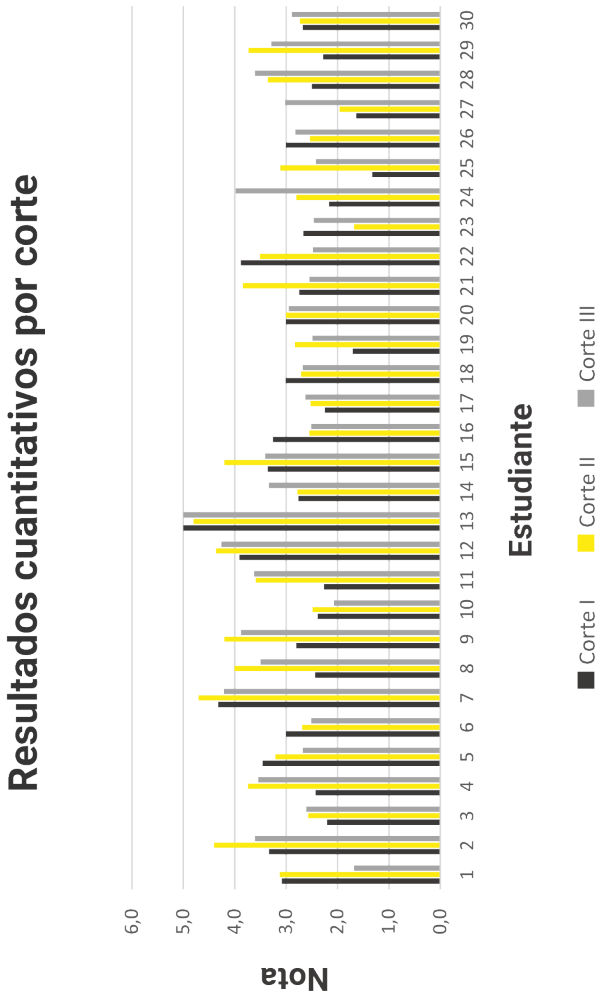


Figura 5. Resultados cuantitativos por corte para cada uno de los estudiantes.

En la figura 6, se compara el número de estudiantes que aprobaron en cada corte con respecto a los que no aprobaron.

Número de estudiantes que aprobaron el curso en cada corte

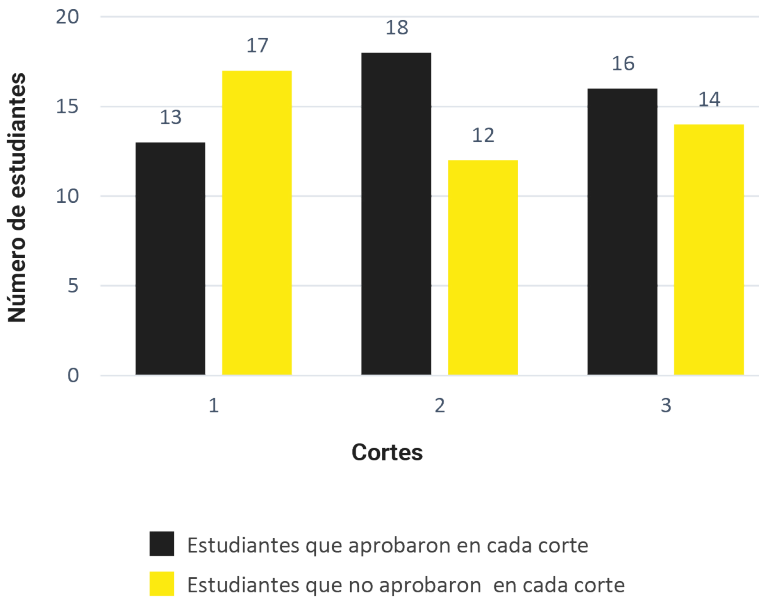


Figura 6. Comparación entre el número de estudiantes que aprobaron el curso con respecto a los que no aprobaron, en cada uno de los cortes.

Se observa que inicialmente el 43 % de los estudiantes aprobó el curso, considerándose aprobado con una nota superior o igual a 3.0. En el segundo corte, el porcentaje de aprobación fue del 60 %, registrándose una notoria mejoría. Para el tercer corte el porcentaje de aprobación fue del 53 % que aunque volvió a bajar, no fue menor que el primer corte. Esto se debe a que los últimos temas estudiados representaron un mayor grado de complejidad frente al análisis y la aplicación conceptual que se hizo en particular de la derivada.



Conclusiones

Al analizar en general el ejercicio, se pudo notar una mayor participación por parte de los estudiantes en cada una de las actividades propuestas. En general se hizo evidente que para ellos era satisfactorio poder, por ejemplo, hacer uso de su celular o dispositivos móviles en la clase para explorar y aprender, aun cuando son estudiantes de educación superior, lo que nos hace suponer que a su edad la curiosidad ya no los acompaña, pero se sienten identificados cuando se les da la oportunidad de ser el centro del proceso.

Al respecto, se continuará en la exploración de estrategias de enseñanza-aprendizaje que mejoren la calidad educativa y permitan a los estudiantes disfrutar de prácticas educativas más amenas, motivando en ellos su amor por el conocimiento y su crecimiento continuo y autónomo. En consecuencia, la metodología *Flipped Classroom* cumplió con las expectativas en cuanto a lograr evidenciar que contribuye en gran medida a mejorar la conceptualización de los estudiantes en un curso de matemáticas. En función del seguimiento que se pudo adelantar, se espera aplicar nuevamente esta metodología en diferentes cursos combinandola con otras metodologías de aprendizaje emergentes.

Referencias

Aguilera, R. C., Manzano, L. A., Martínez, M. I., Lozano, S. M. y Casiano, Y. C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 261-266.

Aiello, M. y Willem, C. (2004). El blended learning como práctica transformadora. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (023), 21-26.

Alba Pastor, C. y García-Vera, A. B. (1997). ¿Qué es tecnología educativa?: autores y significados. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (9), 4.

Area, M. (2012). *¿Qué es la Tecnología Educativa?* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=LsDVERCW2Xw>

Area, M., Gutiérrez, A. y Vidal, F. (2012). *Alfabetización digital y competencias informacionales*. Planeta y Fundación Telefónica.

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). Before you flip, consider this. *Phi Delta Kappan*, 94(2), 25-25.

Bergmann, J. y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase*. Ediciones SM - Madrid.

Calvillo, C. A. (2014). *Flipped Learning en la materia de música en el cuarto curso*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid, Facultad de Educación de Segovia.

Durkheim, É. (2006). *Educación y Sociología*. Península.

Escamilla, J. G. (2000). *Tecnología Educativa*. Trillas.

Galvis, A. H. (2012). *Criterios y rúbrica TIGRE*. Blogger. <http://aportetigre.blogspot.com/>

García Aretio, L. (2013). Flipped classroom: ¿b-learning o EaD? *Contextos Universitarios Mediados*, 13(9), 1-4.

García, I., Castro, N. y Toledo, P. (2015). *Las flipped classroom a través del smartphone: efectos de su experimentación en educación física secundaria*. IS+D Fundación para la Investigación.

Hamdam, N., McKnight, P. E., McKnight, K. y Arfstrom, K. M. (2014). *The Four Pillars of F-L-I-P*. Flipped Learning Network. <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>

Heredia, Y. y Escamilla, J. G. (2009). Perspectivas de la Tecnología Educativa. *La Educ@ción*, 13, 1-13.

Hernández, S. C. y Tecpan, F. S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193-20.

Lumsdaine, A. A. (1964). *Educational technology, programmed learning and instructional. Theories of learning and instruction*. 63rd Yearbook of NSSE.

Proyecto The Flipped Classroom. (2013, junio). *The Flipped Classroom*. <https://www.theflippe-dclassroom.es/quienes-somos/>

Saettler, P. (1968). A History of Instructional Technology. *Journal of Teacher Education*, 19(4), 509-510.

Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M. y Fernández, Á. (2015). *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*. Océano.

Stenhouse, L. (1981). *Investigación y desarrollo del currículum*. Heinemann Educational Books.

Telefónica, F. (2016). *Prepara tu Escuela para la Sociedad Digital*. Fundación Telefónica.

Tourón, J. y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, (368), 196-231. Universidad de La Rioja. (s. f.). *La integración de las TIC en los centros educativos*. Tema 2 - Material de estudio, Madrid, España.

Yactayo, L. J. (2016). *Flipped classroom: una experiencia real*. Trabajo de grado, Universidad de Cantabria.

Tecnologías emergentes como alternativa a las evaluaciones estandarizadas



Jairo E. Márquez D.

Introducción

Las pruebas estandarizadas se diseñan con el propósito de medir el aprendizaje y los logros educativos en los diferentes niveles y modalidades. Estas evaluaciones tienen como fin obtener información acerca del desempeño de los estudiantes en un marco de preguntas estándar, que miden en primera instancia el aprendizaje, basado en el conocimiento y las capacidades adquiridos durante un año o años lectivos, y en segunda instancia los logros educativos que, como señalan Ravela et al. (2008), son la acumula-

ción de conocimientos y capacidades a lo largo de toda la vida del estudiante. Para el Icfes (2013), los exámenes están estandarizados en la medida en que las condiciones de aplicación y procesamiento de los resultados son uniformes, y los evaluados están en un determinado nivel de formación que presentan exámenes que comparten todas sus características técnicas.

En la actualidad, las pruebas estandarizadas son una de las herramientas principales a la hora de establecer si las políticas educativas estatales e institucionales funcionan como se espera y permiten evaluar si estas últimas están haciendo su labor en pro de la calidad de la educación. Sobre este tipo de pruebas se presentan cuestionamientos acerca de su validez y eficacia (Navas et al., 2017; Vásquez, 2016; Popham, s. f.), empezando por lo que se mide en realidad que corresponde a la calidad de la educación, porque de ser así, se presenta una disyuntiva sobre su verdadero alcance, debido a que no se contemplan dinámicas propias del grupo al cual se le aplica la prueba. Por ejemplo, el contexto sociocultural, económico, político y religioso en el que se desenvuelve el estudiante, que marca desigualdades en la parte cognoscitiva y habilidades adquiridas, que son algunos aspectos que las evaluaciones estandarizadas desconocen.

Otro tipo de cuestionamiento es acerca de las métricas que disponen para la evaluación en la que se asume de facto, que todos los estudiantes tienen el mismo nivel de conocimiento para resolver determinados problemas, sin tener en cuenta que el entorno del que proviene impone diferencias (Unesco, 2013), por lo cual el alumno para ciertos casos no va a entender lo que se le pregunta. En este orden de ideas, las eva-

luaciones estandarizadas presentan como parámetro de medida determinadas competencias, en las que se evalúan los planes de estudio que se espera deben estar alineados con el aprendizaje de estas, puesto que se desea conocer de primera mano los conocimientos, conductas y aptitudes que un estudiante ha adquirido a lo largo de su trayectoria académica. La realidad sobre los planes de estudio es que difieren total o parcialmente de una región a otra, por los mismos problemas mencionados anteriormente.

Un aspecto relevante que trae consigo la evaluación por competencias es que los centros de educación ajustan sus modelos curriculares con base en un *ranking* publicado periódicamente, por el Estado o por organismos internacionales basados en el desarrollo de las pruebas estandarizadas, que en cierta medida validan las competencias que se desarrollan en cada institución y que son reflejo de las políticas de educación implementadas en un país. En este sentido, este tipo de evaluación no solo tiene una proyección de carácter nacional sino internacional, puesto que las instituciones como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Ocde) ejercen gran influencia en las reformas educativas de los países miembros y en cierta medida de aquellos que no.

Otro elemento por mencionar es que, en cuanto a la evaluación estandarizada por competencias, aparte de medir los resultados obtenidos, el Estado exige a las instituciones educativas y maestros una rendición de cuentas respecto a estos, con miras a verificar la funcionalidad de las directrices trazadas a través de sus políticas. Con este modelo, se discute la transparencia de estas evaluaciones cuando se cuestiona

que no hay igualdad, equidad, inclusión y cobertura (Díaz y Osuma, 2016; Anghel et al., 2012), que son elementos fundamentales del modelo de calidad educativa de cualquier país, en el cual la participación a este tipo de evaluación no es generalizada.

Calero y Choi (2012) afirman que parte del éxito innegable de la propagación de la evaluación educativa ha estado basado en el impacto mediático de los programas internacionales de evaluación de competencias y, más en concreto, del programa PISA de la Oede. Para el caso de América Latina y el Caribe, su influencia es notoria ya que permite realizar una comparación de los resultados educativos entre los diferentes países, que en los últimos años han demostrado según el *ranking* mundial estar en las últimas posiciones, sin demostrar mejorías relevantes, excepto por un par de naciones participantes (Colombia y Perú). Para Vegas (2016),

Más allá de los puestos en el ranking, la verdadera preocupación viene cuando se miran de cerca los resultados por país que revelan que la mitad de los alumnos de América Latina y el Caribe que participaron demuestran un bajo desempeño educativo, lo que implica que uno de cada dos estudiantes evaluados de la región no cuenta ni con los conoci-

mientos ni con las habilidades esenciales para contribuir plenamente en la sociedad.

Con base en estos resultados, se discuten las potenciales implicaciones de no avanzar en mejorar la calidad de la educación en Latinoamérica, donde factores de índole político y económico ejercen presión sobre la financiación al sector educativo, reduciendo la inversión, que ha llevado de manera recurrente a marchas y protestas por parte de los gremios de maestros y estudiantes, por vulnerar el derecho a una educación de calidad, digna, equitativa y participativa para aquellos menos favorecidos.

Lo cierto de las pruebas estandarizadas es que son herramientas que las instituciones gubernamentales emplean porque permite establecer, entre otros, si la calidad de la educación en sus diferentes niveles y modalidades es ideal o requiere de ajustes, de ser necesario. Según el MEN (2014), en la política educativa de mejoramiento de la calidad de la educación, la evaluación tiene un papel determinante ya que se concibe como uno de los instrumentos que más información provee sobre el estado de la calidad del sistema educativo. A lo anterior se suma, lo que señala Guevara (2017, p. 162) frente a la calidad de la educación, que se ha puesto al servicio de los organismos internacionales, debido a que los expertos que hacen las políticas educativas tienen un interés técnico y eco-

nómico frente a la revisión de productos, procesos y resultados del rendimiento de los estudiantes.

Los sesgos al observar estas pruebas desde el único ángulo de la calidad se hacen notar de inmediato porque se perciben resultados polarizados, en el sentido de que si hay puntajes altos implica que las instituciones y los profesores son eficientes en su labor educativa; en caso contrario, son ineficientes y requieren reestructuración inmediata o, en el peor de los casos, sanciones que pueden derivar en destituciones, cierres temporales o definitivos de la institución. Con esto en mente, la responsabilidad de los resultados de este tipo de prueba recae directamente en el docente, por lo que está expuesto a diversos señalamientos.

El punto de discusión según lo expuesto anteriormente, subyace en cómo las evaluaciones estandarizadas dejan de lado aspectos de carácter cualitativo, por lo que se cuestiona la realidad de la información suministrada a la comunidad (Fernández et al., 2017), a lo que se suma el contexto en el que se desenvuelve el estudiante y maestro, que marcan desigualdades en la parte cognoscitiva y habilidades adquiridas, que no se ven reflejados en este tipo de evaluaciones por lo que se consideran en muchos casos parcializadas.

También se observa que deben plantearse nuevas propuestas de evaluación que permitan evidenciar de manera holística el proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentados en las TIC y las tecnologías emergentes (Márquez, 2017), ya que su dependencia a los medios digitales ha abierto la posibilidad del diseño de nuevas herramientas de evaluación personalizadas, inteligentes y adaptables a las necesidades del

alumno y del profesor. Es así, que el presente estudio teórico se enfoca en establecer la viabilidad del desarrollo de un sistema centralizado que integre determinadas tecnologías emergentes que están marcando el rumbo de la educación del futuro, que contribuyen a evaluar de manera adaptiva e inteligente los logros y las competencias adquiridos por el estudiante durante toda su vida académica e incluso profesional. Con esto en mente, la trazabilidad en cuanto al aprendizaje, habilidades y destrezas adquiridas del estudiante puede ser obtenida *in situ* por maestros, instituciones, empresas y el propio Estado.

Con base en lo anterior, la educación contemporánea en sus diferentes niveles y modalidades está sufriendo cambios sustanciales debido a la incursión cada vez más frecuente de la tecnología. Estos cambios también están marcando tendencias en la educación, por lo que las evaluaciones estandarizadas deberán ser revaluadas; por ejemplo, con el auge permanente de la inteligencia artificial se habla de empleos relacionados con el comportamiento ético entre hombre-máquina o del ingeniero en basura de datos, cuya función es el análisis de información no utilizada o desechada con el objetivo de hallar datos ocultos que puedan ser relevantes para una organización.

También se proyectan nuevos empleos según el informe Cognizan (2019), que prometen cambios en los modelos educativos y corporativos tendientes a la generación de futuros profesionistas, en la que se habla de trabajos como: gerentes de diseño de casas inteligentes, defensor de identidad virtual, arquitectos *tidewater*, auditores de sesgo algorítmico, agentes de ciberataques, coordinadores del programa Uni4Life

(quienes guiarán a las personas no solo en su educación universitaria sino en toda su trayectoria profesional) (Observatorio de la Universidad Colombiana, 2019), jefe de diseño de personalidad para la maquinaria, gestor de realidad virtual, consultor de granjería vertical, oficial de riesgo de maquinaria, especialistas en gestión de suscripciones, desarrolladores de autos voladores y diseñadores de interfaz háptica, entre otros.

Evaluaciones estandarizadas

Las evaluaciones estandarizadas son diseñadas en principio para medir la calidad educativa, su importancia radica en conocer la dinámica en cuanto a los procesos que se llevan a cabo en los sistemas educativos, en los ámbitos nacional e internacional. Para este último caso, este tipo de evaluaciones se toman como referentes mundiales, que se entienden como aquellas en las cuales diversas naciones participan con el fin de medir su grado de desarrollo educativo comparado con otras, del mismo continente y de otras latitudes, que de manera explícita demuestran el tipo de capital humano que están formando.

Barrenechea (2010) señala que las evaluaciones estandarizadas han sido utilizadas para satisfacer diferentes necesidades en el campo educativo, aunque más recientemente este tipo de evaluaciones se han

convertido en una pieza importante, tal vez la más relevante que, según Koretz (2002), es para delimitar la responsabilidad de las escuelas y de los educadores. Esta afirmación, aunque tiene tiempo de ser formulada, hoy en día es más cierta que nunca ya que se requiere obtener resultados medibles, en los que se pueda verificar por parte del Estado qué está sucediendo con la educación dentro de su territorio.

Uno de los objetivos explícitos de los procesos de evaluación es motivar a los alumnos a que puedan demostrar lo que saben (Barrenechea, 2010). Cabe señalar que con este tipo de evaluaciones se busca garantizar la objetividad de los resultados producidos y obtener mediciones uniformes que permitan posteriormente realizar análisis comparativos, que a la postre convergen en la toma de decisiones gubernamentales e institucionales en materia de educación.

En cuanto a las pruebas estandarizadas, cada país posee su propio sistema de evaluación y participan en pruebas internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, Programme for International Student Assessment), el Programa para la Evaluación Internacional de las Competencias de Adultos (PIAAC) y el Estudio Internacional sobre Enseñanza y Aprendizaje (TALIS, Teaching and Learning International Survey). Esto implica que los resultados no solo se comparten con las instituciones nacionales, sino con extranjeras como la Oede, que periódicamente publica el estado de la educación en América Latina y el Caribe, en el que se exploran otros aspectos de índole económico y social, que se toman como referente mundial para establecer cómo estos países están afrontando los retos en cuanto a

sus políticas públicas, en particular la educación.

Existen otros tipos de evaluaciones estandarizadas con cobertura internacional como TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), cuya periodicidad es cuatrienal (Mullis et al., 2016), OREALC (Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe), IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo) y el PIRLS (Progress in International Reading Literacy) que se aplica quinquenalmente. Para el caso del PIRLS, el Icfes (2015) la define como el estudio del progreso internacional de la comprensión lectora del educando, en el cual la población objetivo está representada por estudiantes matriculados que tienen en promedio cuatro años de escolaridad, es decir, niños de 9,5 años de edad aproximadamente.

Cada una de estas pruebas mide diferentes variables que de una u otra manera muestran el estado de las políticas educativas de cada país participante, que se ven reflejadas en cuanto a temáticas puntuales, tanto de conocimiento como de elementos de carácter social. Por ejemplo, TIMSS proporciona datos a los responsables de las políticas de educación sobre hasta qué punto los estudiantes de cada país han adquirido en los primeros años de la etapa de educación primaria la base suficiente como para enfrentarse a los retos del futuro (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2016).

Existe otro tipo de evaluación estandarizada por competencias internacional propendida por la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo), enfocada más hacia la parte so-

ciohumanística como la ICCS (International Civic and Citizenship Education Study) (Schulz et al., 2017), o las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en ICILS (International Computer and Information Literacy Study) (European Commission, 2014). También están las pruebas para medir la calidad de vida de los niños en edad de asistir a la educación infantil, denominada como PPP (Pre Primary Project) y la de formación docente de matemáticas en primaria y secundaria, TEDS-M (Teacher Education and Development Study in Mathematics) (Carnoy et al., 2017).

Lo que se aprecia de las evaluaciones estandarizadas nacionales e internacionales es que estas aportan información relevante para las instituciones acerca de si los alumnos están adquiriendo los conocimientos necesarios para su formación académica, que va a repercutir en su futuro profesional, que para un país es un dato importante sobre el tipo de capital humano que se está gestando. De igual manera, con base en los resultados obtenidos de estas pruebas, se mide el grado de equidad o inequidad, igualdad o desigualdad, cobertura y calidad, que se cubre en materia de acceso al conocimiento, oportunidades de aprendizaje, diversidad en las prácticas educativas, acceso a recursos físicos y tecnológicos con los que cuentan las instituciones, y maestros y alumnos, entre otras particularidades (Ocde, 2015).

La información recopilada se convierte en una herramienta fundamental para cada nación ya que está en manos de esta iniciar los procesos de mejora y toma de decisiones sobre las acciones por seguir, en cuanto a estructurar sus políticas educativas existentes o ajustar procesos de carácter administrativo o ejecu-

tivo que atañen a estas que, como es sabido, no es fácil, máxime cuando las economías de la mayoría de los países latinoamericanos y del Caribe son volátiles. ¿Por qué esta afirmación? La respuesta subyace por el hecho de que cualquier ajuste que se realice a las políticas educativas, implica de manera expresa procesos de financiación que muchos gobiernos son renuentes a realizar, por su economía frágil o por políticas internas macroeconómicas que relegan a la educación a un segundo plano (Rivera y Aguilar, 2016; Trajtenberg et al., 2015).

Además, con los resultados de las evaluaciones estandarizadas facilitadas a la comunidad se benefician alumnos, padres de familia y sociedad en general, ya que lo que se busca en esencia es mejorar la calidad de la educación. El problema surge cuando los resultados de estas pruebas son negativos y empiezan a aflorar señalamientos hacia las instituciones y a sus docentes y estudiantes. Sobre este aspecto, se debe realizar un análisis exhaustivo para establecer las verdaderas causas, en las que quizá las fallas se encuentran en el tipo de evaluaciones que se están aplicando a los alumnos, según criterios homogéneos en cuanto a un aprendizaje pragmático, que llevado al plano real es utópico porque se deja de lado un sinnúmero de elementos cualitativos, en los cuales el quehacer docente ejerce un alto impacto en la formación del educando, a lo que se suma el contexto sociocultural sobre el que se desarrolla la práctica académica.

Otro elemento por tener en cuenta es acerca de las reformas curriculares que en muchos casos son ajustadas conforme a las políticas nacionales y los objetivos de las pruebas estandarizadas, que al ser lleva-

das al plano operativo surge en el proceso una serie de obstáculos difíciles de franquear, empezando porque el sistema educativo en general es heterogéneo; esto se debe a que en la mayoría de casos se presentan unas necesidades propias de aprendizaje, por su condición social especial, factor económico, ruralidad y religión, entre otros, que literalmente no pueden contenerse todas en un mismo paquete.



Qué miden las pruebas estandarizadas

Las pruebas estandarizadas se caracterizan por evaluar aspectos puntuales del estudiante que, como señala Popham (s. f.), miden la *aptitud*, que predice cuán probable es que los estudiantes se desempeñen en algún espacio o nivel educativo subsiguiente, y las pruebas de eficacia apoyadas en los puntajes en pruebas estandarizadas de *logros*. Con este esquema de evaluación, las pruebas estandarizadas tienen una misión y es la de permitir realizar inferencias sobre los conocimientos o las destrezas en áreas particulares que tiene un estudiante, que son comparadas con una métrica nacional. Esta información se toma como referente, tanto por instituciones, como por maestros y padres de familia para establecer si el estudiante está dentro de un determinado rango. Lo que se cuestiona de estas pruebas es que el dominio que cubre en cuanto a conocimientos y destrezas no es suficiente, por lo que quedan por fuera muchos aspectos que

son relevantes para las partes implicadas en el modelo educativo que se evalúa.

Para el caso de las pruebas estandarizadas de logros, estas miden la situación del estudiante versus los contenidos que este pudo apropiarse a lo largo de su trayectoria académica. Por ende, se busca establecer diferencias que ha adquirido el estudiante en cuanto al dominio de determinados contenidos versus el promedio nacional, analizándose si está o no dentro de una métrica estándar, lo que permite establecer un estudio de trazabilidad por parte de los educadores y padres de familia sobre el comportamiento académico de este a lo largo del tiempo.

En el esquema de la prueba de logros es evidente su utilidad, sin embargo, no debería ser usada como único parámetro para evaluar la calidad de la educación, debido a que se presta para subjetividades de todo tipo, presentándose desajustes entre la enseñanza y la medición. Por ejemplo, en instituciones pertenecientes a determinadas regiones de un país donde priman grupos étnicos, indígenas o minorías, pueden presentar una mayor autonomía en la toma de decisiones acerca del diseño e implementación del currículo; este actuar deriva en que los objetivos educacionales varíen sus alcances, sin que con ello implique una calidad de la enseñanza cuestionable. El problema está en que las pruebas estandarizadas ajustan la evaluación de las competencias con lineamientos generales que se espera que todas las instituciones de educación estén dentro de ellos, sin tener en cuenta que existen escenarios particulares y en algunos casos únicos.

En términos generales, se deduce que el diseño y desarrollo de las pruebas estandarizadas se realiza esperando que estudiantes y maestros estén dentro de ciertos lineamientos que, por supuesto, no son ciertos, debido a la diversidad curricular presente en los centros de enseñanza, a lo que se suman los temas de calidad, equidad, igualdad y cobertura, que se destacan por su disparidad. Es por ello que los resultados que se obtienen presentan desajustes que ponen en la palestra y en la crítica a la institución, al docente y al estudiante, promoviendo aún más su estigmatización en este contexto.

Otro elemento por cuestionar de las pruebas de logros para evaluar la calidad educativa es afirmar que esta es buena o mala, solo basados en los puntajes obtenidos, a lo que se le ha llegado a denominar, según Popham (s. f.), como *problema de causalidad confusa*, que relaciona tres factores que contribuyen al puntaje de los estudiantes: lo que se enseña en la escuela, la capacidad intelectual innata del estudiante y el aprendizaje del estudiante fuera de la escuela. Estos tres factores están cargados de fuertes componentes socioculturales propios de cada estudiante, en los cuales el maestro y la escuela tienen poco o nada de injerencia directa.

El primer factor está relacionado con la flexibilidad curricular de cada institución y de la forma como el maestro transmite el conocimiento y las habilidades a sus educandos. El segundo factor asume que la capacidad intelectual del estudiante es la misma lo que, por supuesto, es erróneo, ya que diversas escuelas del pensamiento y las propias ciencias neurocognitivas expresan que existen diversos tipos de intelligen-

cia, y tratar de medirlas todas con unos parámetros comunes no es factible y menos como lo realizan en la actualidad las pruebas estandarizadas de logros.

En cuanto al tercer factor sobre el aprendizaje fuera de la escuela, este es un elemento en el cual el medio social en el que se desenvuelve el estudiante influye tanto positiva como negativamente en su actuar dentro y fuera de la institución educativa. Este aspecto ejerce un fuerte peso en las pruebas de logros, por lo que no puede descalificarse el actuar de la enseñanza del docente porque simplemente es imposible que este pueda hacer algo al respecto.

En resumen, las pruebas de logros estandarizadas presentan un sesgo en el marco sociocultural y socio-cognitivo, en el cual se llega a afirmar que un puntaje alto implica que la institución cumple con los estándares de calidad establecidos por el Estado, y un puntaje bajo, todo lo contrario. Este actuar está muy lejos de la realidad ya que se ha comprobado que existen instituciones cuyo currículo está dirigido en pro de las pruebas (Fernández et al., 2017), pues lo que buscan es que se les certifique, quedando en entredicho si lo que se enseña es para la vida del estudiante o solo para cumplir con los estándares y atraer más estudiantes con base en la supuesta certificación de calidad.

Evaluación por competencias

Las competencias son combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas que se desarrollan a partir de experiencias de aprendizaje integrativas, en las cuales los conocimientos y las habilidades interactúan con el fin de dar una respuesta eficiente en la tarea que se ejecuta (Gairín et al., 2009). La evaluación por competencias demuestra ser una herramienta fundamental a la hora de establecer si las políticas educativas están bien encaminadas o no, y que, como afirma el Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2008:

Valora la interacción de disposiciones (valores, actitudes, motivaciones, intereses, rasgos de personalidad, etc.), conocimientos y habilidades, interiorizados en cada persona, que le permiten abordar y solucionar situaciones concretas; una competencia no es estática; por el contrario, esta se construye, asimila y desarrolla con el aprendizaje y la práctica, llevando a una persona a que logre niveles de desempeño cada vez más altos.

La evaluación es considerada como un instrumento necesario e importante dentro del sistema educativo actual, por lo que establece que puede ser tomado en dos direcciones:

1. Elección en el mercado educativo. Con la información dada a partir de la evaluación, se emiten unos resultados expresos mediante un ranking, en el cual el padre de familia tiene la posibilidad de elegir qué es más lo que le conviene para la formación de sus hijos. En este contexto, se cuestiona que hay una segregación (Carmona, 2017; Benavides, León y Etesse, 2014) y falta de equidad en cuanto a las instituciones que no están contempladas en este ranking, puesto que los mejores clasificados obtendrán una mayor demanda de los que no. A este fenómeno, se suma que existe una notoria ventaja de las instituciones privadas versus públicas ya que las primeras pueden invertir más recursos de todo tipo para atraer más población estudiantil de lo que puede hacer una institución pública.

Cuando hay instituciones públicas bien posicionadas, la selección de admisión de estudiantes es fuerte quedando por fuera muchos de ellos, incluso con un currículo académico excelente. En

este panorama, el estudiante deberá conformarse con lo que hay en el mercado, máxime si este no dispone de los medios económicos para inscribirse en una buena institución privada.

En cuanto a la institución educativa en general, según lo que profesan las políticas públicas en este sentido, deberán mejorar sus servicios y validarlos en las próximas evaluaciones que aplique el Estado. Esto implica inversión no solo en personal docente calificado, sino en infraestructura, medios educativos y sueldos, entre otros, que por supuesto para la mayoría de instituciones no es posible, y la población más vulnerable es quien lleva la peor parte. Esta es una realidad social que la viven constantemente Latinoamérica y el Caribe (Unesco, 2017), en la que se lucha por la igualdad de condiciones y trato por parte del Estado.

2. Rendición de cuentas de las instituciones educativas. La rendición de cuentas es el proceso en el cual las administraciones públicas de orden nacional y territorial y los servidores públicos comunican, explican y argumentan sus acciones a la sociedad (MEN, 2007). Como señala Porras (2007) en cuanto a la rendición de cuentas, este es un proceso de “doble vía” en el cual los servidores públicos tienen la obligación de informar y responder por su gestión, y la ciudadanía tiene derecho a ser informada y a pedir explicaciones sobre las acciones adelantadas por la administración.

La evaluación institucional forma parte de las políticas educativas establecidas por el Estado con miras a medir el buen Gobierno, y la métrica se enfoca, entre otras cosas, a valorar la calidad, la cobertura, la deserción, el uso de los recursos públicos y la financiación que ello atañe, al igual que los modelos de gestión, entre otros. Con este actuar, se reduce el problema de la malversación de los recursos públicos y corrupción, entre otros males, que atentan directamente contra la educación y el bienestar social.

Otro aspecto por contemplar en cuanto a la rendición de cuentas es el resultado de las pruebas nacionales e internacionales que, para el primer caso, cada país desarrolla sus propias evaluaciones, que por lo general son diseñadas con base en modelos de otros países. Para el caso internacional, el referente es la evaluación de competencias de ciencias, comprensión lectora y matemáticas reunidas en las pruebas PISA, en las cuales los países latinoamericanos encabezan los últimos puestos, tal como se constata en los informes periodísticos de Martins (2016), el periódico *Sociedad y Educación* (2016) y más recientemente por Estrada (2019). Cabe mencionar que las pruebas PISA han expandido su actuar hacia las TIC, tales como la *Digital Literacy Assessment* (OECD, 2011) y a la parte financiera como PISA (Financial Literacy Study).

Existe otro tipo de evaluación por competencias que se desarrolla en cada centro educativo, cuya connotación está enfocada en medir los procesos que lleva esta. Los resultados de estas evaluaciones permiten a las directivas y los docentes tomar los correctivos del caso tendientes a mejorar los procesos educativos. Aunque no tienen el mismo alcance que las evaluaciones de carácter estatal, su influencia en la formación del educando es fundamental, y los lineamientos deben estar en concordancia con las políticas educativas nacionales, que a la postre convergen hacia las

evaluaciones por competencias gubernamentales e internacionales.

Un programa que la Oede ha impulsado en los últimos años es el que está dirigido a la población adulta, comprendida entre las edades de 16 a 65 años, conocido como PIAAC (Programme for the International Assessment of Adult Competencies), que se aplica de manera cíclica (Oede, 2016), en la que se evalúan las competencias de comprensión lectora y matemáticas. La Oede (2013) considera que las competencias citadas son básicas por ser piezas clave en el procesamiento de la información, puesto que:

- Son necesarias para la integración y participación de forma plena en el mercado laboral, en la educación y formación, y en la vida diaria.
- Son altamente transferibles en el sentido de que son relevantes en muchos contextos sociales y ambientes laborales.
- Se pueden adquirir mediante el aprendizaje y, por lo tanto, son objeto de influencia de la actuación política.

Como se aprecia, aunque pareciera que la evaluación por competencias sustentadas en las pruebas estandarizadas es un ideal que aporta y busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, la realidad es otra, como señalan Fernández et al. (2017), quienes afirman que existen dos motivos:

1. Las preguntas y los problemas que componen las pruebas tienen que ver con contenidos, pero en ningún caso tienen que ver con las condiciones en que se produce el aprendizaje del alumnado, que es lo sustantivo de la evaluación educativa.
2. Solo el alumnado es objeto de estas pruebas, como si ellos únicamente tuvieran información útil para mejorar el proceso educativo, ignorando un aspecto principal metodológico de cualquier proceso evaluativo: la triangulación como metodología de investigación, que permite contrastar la información y construirla desde diferentes perspectivas y visiones personales y temporales, de forma que se ajuste más a la realidad (p. 56).

En términos generales, las pruebas estandarizadas por competencias cumplen con ciertos objetivos tales como conocer el estado de la educación en determinados escenarios, pero no se puede argumentar que cubren todos los frentes en este sentido en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje relacionado con la parte cognitiva y de habilidades, que es propio de cada individuo y que no puede encasillarse en una misma métrica. Algo para pensar es que todos los tipos de pruebas mencionadas pueden ser llevadas al plano digital con una programación de carácter adaptativo, obteniéndose mayores resultados ricos en información. Esto posibilitaría dar un enfoque diferente a las políticas educativas y formativas en cada institución de educación en sus diferentes niveles y modalidades. Los primeros pasos en esta dirección se están

dando y solo es cuestión de tiempo que se extiendan a un plano mayor, tal como se expone más adelante.



Efectos de la evaluación de competencias

Uno de los efectos más notorios de la evaluación por competencias se observa en el currículo educativo. Como señalan Calero y Choi (2012, p. 38), el cambio de enfoque en los últimos años en la organización y definición de los contenidos en la programación curricular y la adaptación a una programación según competencias ha sido paralelo a la implantación de sistemas de evaluación externos centrados en las competencias. Como afirman Mulder et al.:

El uso institucionalizado de la competencia en el desarrollo de la formación profesional es un fenómeno que ha aparecido mezclado con otras innovaciones, tales como la introducción del autoaprendizaje, la integración de teoría y práctica, la validación

del aprendizaje previo y de las nuevas teorías de aprendizaje, tales como el aprendizaje auténtico, el constructivismo social y la construcción del conocimiento (2008, p. 68).

Con la implementación de las competencias en el ámbito educativo, se ha venido cambiando la práctica basada en el aprendizaje memorístico. El objetivo del uso de las competencias radica en ver la educación desde otro ángulo, explorando los conocimientos a través de las habilidades, destrezas, actitudes y aptitudes desde un enfoque holístico, que se relacionan directamente con su entorno. Visto de esta manera, las competencias difieren totalmente de los objetivos de aprendizaje planteados en la educación tradicional que, como argumenta Feito (2008), cada competencia debe contribuir a resultados valorados por las sociedades e individuos, ayudar a estos últimos a hacer frente a una variedad de demandas en diversidad de contextos y ser importantes tanto para los especialistas como para los individuos.

Debido al cada vez marcado proceso de internacionalización de la educación, la evaluación por competencias que desarrolla por ejemplo el programa PISA, se ha tildado como factor influyente en las pruebas internas de los países. Es por ello, que se discute el por qué solo se evalúan competencias de lectura,

matemáticas, ciencias, finanzas y TIC, sin tomar en cuenta otras materias relevantes relacionadas como los valores, que hoy más que nunca precisan ser retomados. Sobre la posición del programa PISA, muchos críticos (Fernández et al., 2017; Guevara, 2017; Tristán y Pedraza, 2017) afirman que algunas instituciones de educación centran sus materias en superar las pruebas de competencias basadas en el *ranking*, descontextualizando con ello el currículo según el ambiente educativo y sociocultural en el que se desenvuelve el estudiante. Estrada (2019) menciona que estas evaluaciones se aplican a todos los alumnos por igual, sin tomar en cuenta rasgos cruciales como el desarrollo socioeconómico, que genera una desventaja clara de menores resultados para aquellos países que se encuentran en un déficit general.



Beneficios y cuestionamientos de las evaluaciones estandarizadas

Aunque se discute la viabilidad de la evaluación estandarizada, lo cierto es que aporta información valiosa sobre la calidad educativa, teniendo en cuenta, claro está, que este concepto implica matices en cuanto a qué se considera como calidad. El Estado percibe la calidad con el argumento cuantitativo de las evaluaciones y con base en ellos define sus acciones en cuanto a políticas educativas se refiere, por lo tanto, si son bajos los resultados, entran en juego los

cuestionamientos y señalamientos, y sin son altos se premian. Sobre este asunto, las instituciones y los docentes manifiestan su inconformidad debido a que se dejan de lado elementos socioculturales de carácter cualitativo, que las evaluaciones dejan de lado, por lo que se considera que sus resultados son parcializados y subjetivos en muchos casos.

Las evaluaciones estandarizadas han traído grandes beneficios a la educación en general, aportando a las reformas en las políticas educativas de cada nación que, de acuerdo con la Oede (2016), en una década la esperanza de vida escolar aumentó dos años con una participación en la Atención Integral y Educación de la Primera Infancia (EIAIPI), y la educación superior en más del doble, hasta el 40 % y 50 %, respectivamente. Estos índices no han cambiado mucho hasta el presente en Latinoamérica y el Caribe.

Aunque faltan cosas por mejorar, tales como la cobertura, calidad, equidad e igualdad, que están superadas a las políticas económicas en las que muchos países latinoamericanos están muy por debajo de lo que se espera en inversión del PIB destinado al sector educación, exige por regla general mayor atención por parte de sus gobernantes. Estas políticas económicas han venido acompañadas de reformas en toda la estructura educativa, empezando por la profesión docente y creándose marcos de evaluación para este con miras a detectar sus debilidades profesionales y establecer las soluciones del caso, todo ello tendiente a mejorar su desempeño y, por ende, la calidad de la educación que se les brinda a los jóvenes.

El problema de las evaluaciones estandarizadas en

América Latina y el Caribe, de las que muchos detractores critican (Mosquera, 2018; Arzola, 2017; Guevara, 2017), es que muestran no tener un propósito claro, al igual que no hay un consenso público sobre qué, por qué, para qué y cómo se evalúa, a lo que se suma la insuficiencia de profesionales calificados que contribuyan al diseño de las evaluaciones y de su continuidad en ellas. Así, la falta de claridad sobre lo que se está evaluando pone en la palestra en muchos casos el quehacer y actuar, tanto de las instituciones como de sus maestros, al cuestionar sus currículos, su metodología y pedagogía aplicados en las aulas.

Lo cierto de estas evaluaciones es que se cuestiona su confiabilidad porque no se toma en consideración un sinnúmero de variables de índole cualitativo que estas dejan de lado, cuya influencia no debe ser menospreciada ya que posee una connotación socio-cultural de peso sobre las decisiones en financiación, cobertura, equidad y calidad en la educación. Por consiguiente, se infiere que existe un riesgo cuando se diseñan mal las evaluaciones, puesto que sus implicaciones al ser aplicadas en otros contextos diferentes al educativo, por políticas económicas internas o externas, pueden dañar seriamente los cimientos del sistema educativo de una nación. Es decir, si los resultados se toman simplemente como parámetro de rendición de cuentas y una visión técnica de la evaluación (Guevara, 2017), sin tener en consideración la calidad de ella, queda entre dicho qué tan útil pueden llegar a ser los datos consignados y difundidos a la comunidad. Una buena evaluación estándar debe ser concebida con propósitos claros, y que se tenga bien definido para qué se van a emplear los resultados y cuál es su alcance en cuanto a toma de decisiones,

locales, regionales o nacionales.

De igual manera, debe tomarse en consideración establecer un balance acerca de la implementación de las pruebas en el ámbito nacional y de la participación en las pruebas internacionales; las primeras ofrecen información acerca de lo que aprenden los estudiantes según lo enseñado, mientras que las pruebas internacionales se toman como referente para establecer un paralelo frente a otros países, sobre la situación académica de los estudiantes evaluada en otros contextos socioculturales. Con este tipo de pruebas internacionales se crea un *ranking* en el cual los países literalmente se pelean los primeros puestos. Para el caso de Latinoamérica, los resultados en términos generales aún están muy lejos de la excelencia respecto a países de otras latitudes.

Lo cierto de los *rankings* y las clasificaciones, como afirma Guevara (2017, p. 167), es que se pierde el verdadero sentido pedagógico de la evaluación y de la calidad educativa. En este sentido, debido a las características locales de la evaluación, se requiere de acciones de carácter administrativo, que propendan por hacer conocer los resultados ante los estamentos gubernamentales, puesto que de lo contrario van a ser intrascendentes. Difundir los resultados de este tipo de evaluación de manera clara y concisa, no solo beneficia al Estado por obvias razones, sino a las familias y sociedad, debido a que se involucra y hace partícipes no solo de los resultados, sino en la toma de decisiones y acciones al respecto. Este actuar lo han venido implementado los países latinoamericanos, demostrando buenos resultados, no los esperados en términos porcentuales, ya que requiere de

ajustes, aunque en esencia están encaminados en buena dirección.

Como se ha señalado, las evaluaciones estandarizadas evalúan conocimientos y competencias que pueden ser por grados. Un aspecto en cuanto a los resultados de estas evaluaciones es que el Estado brinda incentivos tanto para las instituciones como para los alumnos y profesores. Estos incentivos, por lo general son de carácter económico, con lo que se busca crear un mercado competitivo entre las instituciones de educación. Este actuar puede ser bueno y malo a la vez, ya que se ha identificado que algunas instituciones direccionan sus currículos en pro de las pruebas, dejando de lado aspectos de carácter sociocultural y formativo vitales para el educando, mientras otras instituciones ajustan sus currículos a los aspectos mencionados, que se aplican o aproximan al entorno real sobre el cual se desarrolla el alumno. En consecuencia, la connotación de los incentivos va más allá de lo económico, puesto que propicia a construir *rankings*, que las instituciones aprovechan para atraer más estudiantes, lo que convierte este hecho en una acción mercantilista.

Un factor negativo sobre los incentivos es cuando el Estado descalifica y castiga a las instituciones, los profesores y alumnos cuando estos no cumplen con los objetivos trazados por las evaluaciones estandarizadas. En este sentido, queda en entredicho el actuar de los entes implicados si solo se emplean los resultados de las pruebas estandarizadas, como indicador principal para evaluar la calidad del trabajo docente o de la institución de educación en general. A esto se suma que no puede y debe realizarse comparaciones

de los resultados entre instituciones, ya que debe recordarse que estos están condicionados a factores endógenos y exógenos propios del ambiente académico, cuya influencia en el estudiante es marcado, por ende, repercute en las evaluaciones cuando estas están descontextualizadas.



Posición del educador frente a las pruebas estandarizadas

En el panorama de las pruebas estandarizadas, el educador literalmente se encuentra entre la espada y la pared. En primer lugar, porque muchos educadores no conocen a ciencia cierta la función de estas pruebas y del impacto de sus mediciones en su quehacer profesional, a sabiendas de que cuando fueron estudiantes también presentaron las mismas pruebas o similares. En segundo lugar, el conocimiento que se tiene sobre este tipo de prueba general es superficial, por lo que se requiere una mayor difusión no solo a los maestros, sino a toda la comunidad educativa. Aunque hay cartillas o manuales que explican el proceso de las pruebas, las instituciones presuponen que los maestros las conocen y manejan, lo que, por supuesto, en muchos casos es erróneo, por lo que se requiere de una capacitación a estos, que implica costos que muchas instituciones no asumen.

El quehacer docente tiene una connotación innata hacia una instrucción de alta calidad. Se espera que los maestros eduquen, sean consejeros, investigadores, analistas, mentores, entre muchos otros roles, sumado que, ante todos los obstáculos imaginables, se les pide que rindan cuentas positivas (Guijosa, 2018). A lo anterior se agrega, que en la mayoría de ocasiones el profesor asume el papel de padre de familia, consejero, psicólogo y sociólogo, entre otros roles, para lidiar con su gran responsabilidad de educar, en la que incluso se presenta una excesiva carga de trabajo, con aulas sobrepobladas, donde después de tanto esfuerzo, no se les reconoce y recompensa adecuadamente, lo que conlleva la desmotivación, frustración, enfermedad, ausentismo e incluso abandono de sus trabajos. En consecuencia, la labor docente es estigmatizada (Sontag, 2015) y subvalorada, y los señalamientos en materia de resultados de las pruebas estandarizadas apuntan directamente a él.

Cuando se mide la calidad de la educación solo en números, se dejan de lado aspectos tan fundamentales para el conocimiento de toda la comunidad escolar y el propio Estado, que el cuestionar las pruebas de logros queda infundada. Por ejemplo, el maestro es quien tiene la responsabilidad de abordar el plan de estudios y encaminarlo en dirección hacia y por el aprendizaje del estudiante, adaptándolo a sus necesidades, preparando el material de clase que sea necesario para hacer que este se apropie del conocimiento. A estas tareas, se adiciona la organización y evaluación de conocimientos por los diversos métodos pedagógicos y metodológicos necesarios, empleando recursos analógicos como digitales basados en TIC, brindando la retroalimentación del caso, tanto

a los alumnos como a los padres de familia en las reuniones periódicas con estos.

Las pruebas de logros, con base en lo anterior, no toman en cuenta la labor integral del profesor en el medio educativo. De hecho, estas pruebas responsabilizan al profesor de las fallas que se detecten, dejando de lado que el rendimiento del estudiante está condicionado por un sinnúmero de variables socioculturales ajenas a su labor. De modo que se requiere replantear la manera en la que se evalúa la calidad de la educación, la cual presenta grados de objetividad en cuanto al docente, por lo que se precisa del uso de diversas fuentes complementarias de información que permitan mostrar ante las entidades del Estado su labor, al igual que a los padres de familia, estudiantes, institución y comunidad.

Aunque establecer una estrategia de medición completa sobre el desempeño del profesor es imposible, se pueden evaluar algunos aspectos que permitan cualificar su quehacer profesional. Por ejemplo, la Unesco (2018) sugiere que la observación en el aula es necesaria para evaluar la habilidad de los maestros, cuyos evaluadores deben ser otros maestros capacitados para tal fin, y en la cual el diseño y la supervisión deben estar a cargo de ellos. Muchos profesores no estarán de acuerdo frente a esta propuesta, puesto que lo consideran invasivo en cuanto a su praxis académica, pero es algo que debe realizarse en pro de mejorar. Sin embargo, debe plantearse otra estrategia alterna, en este caso apoyada en las TIC y las tecnologías emergentes, tal como se expone a continuación.

De las pruebas estandarizadas al *Blockchain*

Un aspecto que debe ser contemplado de las evaluaciones estandarizadas por competencias, es que deberán en su momento ser combinadas con evaluaciones de tipo cualitativo, a tal grado que las variables por considerar serán mayores, por lo cual los resultados que se obtengan van a ser menos parcializados y ricos en información. Aunque es una propuesta, la evaluación cualitativa es un elemento clave en la etapa de formación del estudiante, de ahí que la tendencia a las evaluaciones mixtas puede eventualmente ser una opción.

Con el auge de las TIC y las tecnologías emergentes “inteligentes”, se plantea dar solución a la forma como actualmente se aplican las pruebas estandarizadas, al ser integradas con la inteligencia artificial (IA) a través del aprendizaje adaptativo, que permite aplicar tecnologías de seguimiento al estudiante, conociendo en cada momento si los objetivos o las competencias académicas las están cumpliendo o no. Si se logra un monitoreo al estudiante durante toda su vida académica, tal como se plantea, es muy probable que las pruebas estandarizadas pasen a un segundo plano, e incluso desaparezcan.

La IA cada vez explora nuevos campos de las ciencias cognitivas e ingeniería en general, en los que ya existen desarrollos de sistemas basados en el reconocimiento de patrones automáticos, sistemas de asistencia personalizados para individuos con algún tipo de discapacidad física o cognitiva, aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural, redes generativas antagónicas, traducción de lenguaje hablado en tiempo real, etc. La convergencia de estos desarrollos a la educación hace de facto pensar que las evaluaciones que se aplican en las instituciones deben cambiar y de hecho lo están haciendo; por ende, las pruebas estandarizadas no serán la excepción. Con esto en mente, en un sistema adaptativo las métricas cuantitativas empleadas para medir el grado de aprendizaje de un estudiante se flexibilizan convergiendo hacia lo cualitativo y mixto, y se exploran tópicos que identifican la idiosincrasia del estudiante en diversos espectros, en los cuales la representación numérica no tiene cabida como único factor medible.

Una aproximación a lo anterior es el *Blockchain* (tecnología de cadenas de bloques), que recientemente ha sido integrado a la educación superior que, como afirma el Observatorio de la Universidad Colombiana (2018), los estudiantes y profesores a través de una aplicación móvil llevan un registro digital de sus logros académicos, que pueden ser fácilmente verificados por cualquier empleador o institución educativa. Los gestores de esta iniciativa fueron IBM y Sony Corporation, cuyo objetivo se encaminó a emplear la tecnología del *Blockchain* para rastrear el progreso del aprendizaje de los estudiantes, que posteriormente se transfiere entre estudiantes, instituciones y empleadores, puesto que los datos académicos pueden

ser consultados *in situ*, indistinto de si el alumno proviene de diferentes instituciones educativas o no. Así mismo, para establecer un nivel de seguridad confiable del *Blockchain*, este emplea una infraestructura de clave pública (PKI) que utiliza una encriptación asimétrica, por lo que se requiere que los usuarios posean dos claves: una para encriptar y la otra para desencriptar.

La infraestructura PKI implica un conjunto de procedimientos y roles tanto para el usuario receptor como para el emisor, que requieren para su autenticación un tipo de certificado digital, que será almacenado o revocado si no cumple determinadas condiciones de operación criptográfica, la cual está sujeta al uso de algoritmos de cifrado de clave simétrica y pública (Katz y Lindell, 2021; Gupta et al., 2016; Lucena, 2011). Para los de clave simétrica se emplean algoritmos como DES (Data Encryption Standard), con variantes como el Triple DES, AES (Data Encryption Standard), IDEA (International Data Encryption Algorithm), Blowfish y RC5. En el caso de algoritmos de clave pública, se emplea el RSA (Rivest, Shamir y Adleman), DSS (Digital Signature Standard), Diffie– Hellman y ECC (Elliptic Curve Cryptography).

Por consiguiente, cuando se emplea una PKI se busca un nivel de seguridad confiable que garantice una transferencia electrónica transparente, que para el caso particular en educación son: expediente académico del estudiante, trazabilidad académica, certificados de cumplimiento y pago de servicios, entre otros. Cada una de estas operaciones está representada por algún tipo de certificado digital, que puede ser personal, institucional, de atributo (asociado a datos perso-

nales) o de representante (cuando el estudiante quiere mostrar su currículum ante una empresa o Estado).

Existen otros tipos de certificados digitales que están asociados a la infraestructura tecnológica sobre la cual circula la información, estos son: el certificado de servidor web y el certificado de firma de código. El primero se emplea para proteger el intercambio de información ante terceros, mientras que el segundo cumple la función de impedir cualquier tipo de modificación sobre la autoría de origen.

Como se aprecia, la infraestructura de la PKI está sustentada sobre un constructo técnico y tecnológico bastante particular, por lo que no se profundizará al respecto. Sin embargo, cabe mencionar que para el usuario del común estos procesos son transparentes ya que todo se realiza a través de protocolos propios de la red.

El *blockchain* en términos formales se define como un sistema conformado por una base de datos compartida e inmutable vía Internet, que permite registrar un historial de transacciones que no pueden ser alterados, debido a los algoritmos de encriptación empleados para ello. Por esto, se considera un sistema transparente y confiable a la hora de realizar transacciones online. Los gestores de esta iniciativa son IBM y Sony Corporation, cuyo objetivo fue emplear la tecnología del Blockchain para rastrear el progreso del aprendizaje de los estudiantes, que posteriormente podrá transferirse entre estudiantes, instituciones y empleadores.

Otras instituciones que ya trabajan con el *Blockchain* de manera permanente en el campo educativo son: Massachusetts Institute of Technology (Media Lab, Digital Currency Initiative), UT Austin, University of Nicosia (Blockchain Research Centre), Sony Global Education, Blockcerts Project Community, Proyecto W3C Verifiable Claims y Gobierno de Malta (apoyo al desarrollo de *blockcerts*), entre otros.

Con este tipo de avance, pensar que esta información llegue a manos de los entes administrativos de educación central de los gobiernos no es utópico, por lo cual, los resultados de las pruebas estandarizadas van a ser diferentes y, de hecho, no existen, debido a que se podría pensar en realizar un estudio de trazabilidad por cada estudiante, en el que se tendría información de primera mano de todo su historial académico, de manera transparente y segura. Solo el personal debidamente autorizado podría acceder a este tipo de información que, para este caso en particular, va a ser el docente y la institución, que la emplearían para establecer cómo va el estudiante en cuanto a su rendimiento académico y cuál sería la estrategia pedagógica o metodológica por emplear para mejorar su aprendizaje o, en su defecto, optar por otros métodos de enseñanza personalizado.

Es claro que la educación en sus diferentes niveles y modalidades cambia de forma dinámica, y hoy más que nunca gracias a las TIC y las tecnologías emergentes; por ende, la forma de transmitir el conocimiento y evaluarlo también debe hacerlo. Dicho esto, quizá la evolución de estas pruebas sea hacia una infraestructura inteligente similar al *Blockchain*.

El *Blockchain* es el nombre de una tecnología que permite mantener registros descentralizados y distribuidos de transacciones digitales (Bartolomé, et al., 2017). Su implementación inicial fue en el manejo financiero (Allison, 2015; Arnold, 2016) de la moneda digital o *criptomoneda Bitcoin*, que en la actualidad se ha extendido al sector de la industria y la educación con otras monedas como *Ethereum* o *Hyperledger*, entre otras. Lo que caracteriza el *Blockchain* frente a otras tecnologías es que no hay una base de datos centralizada, pues esta se encuentra distribuida en diferentes computadores en todo el mundo, lo que imposibilita su modificación, por lo que en materia de seguridad de datos es confiable, ya que no hay intermediarios en ninguna operación.

En el *Blockchain* todo el proceso interno de intercambio de datos lo realiza un sistema informático robusto que maneja diferentes niveles de seguridad mediante funciones *hash* criptográficas, anulando ataques a su infraestructura. Estas funciones, como señala Schmidt (2018), están constituidas por una larga cadena de letras y números que pueden ser usados para verificar que nadie ha estado modificando los contenidos del certificado, y se acumula a las cadenas de bloques de las *Bitcoins*.

Aplicaciones concretas de la tecnología *Blockchain* es la desarrollada por la Universidad de Oxford, que presentó en el 2018 la Universidad Woolf (Broggi et al., 2018), que opera con el formato *Blockchain*. El MIT en el 2017 sacó al mercado educativo un programa de certificación digital que se recibe directamente en los smartphones del estudiante por medio de una aplicación denominada *Blockcerts Wallet* (Jongsma y

Joosten, 2018; Grech y Camilleri, 2017). Al Blockcerts, Smolenki y Hamilton (2018) lo definen como un conjunto de librerías de referencia que tienen el objetivo de facilitar las diferentes aproximaciones hacia una solución en la emisión, recepción y verificación de certificados incluidos en las cadenas de bloques, que respete la interoperabilidad de los datos.

Esta característica en particular de seguridad, posibilita en materia de educación que los datos del estudiante estén resguardados de terceros no autorizados; por lo tanto, el sistema simplifica operaciones de procesamiento e identificación, haciéndolas más rápidas con un coste menor, y atractivo al flujo permanente y almacenamiento de información *online*, en particular, de maestros y estudiantes, posibilitando la oportunidad de que si una institución o empresa desea conocer determinados datos, puede consultar sin el riesgo potencial de fuga de información o manipulación de ella.

Blockchain

En la figura 1 se muestra cómo funciona de manera general el *Blockchain*.

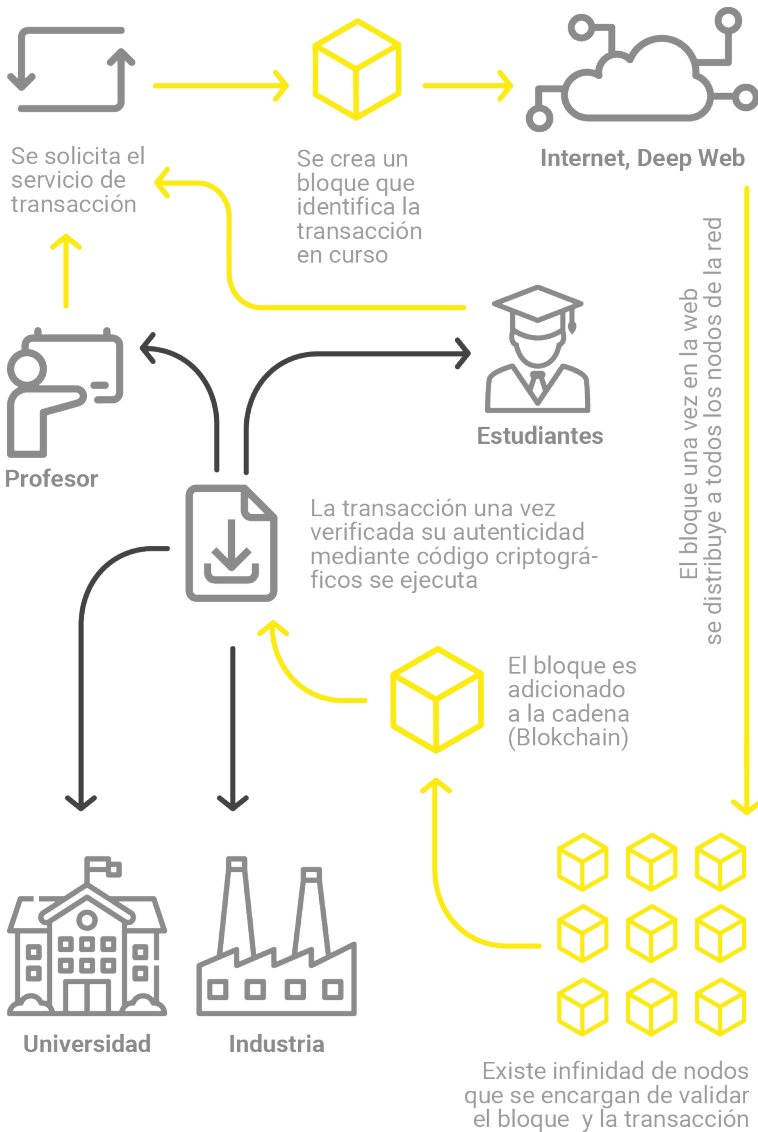


Figura 1. Esquema general de cómo funciona el *Blockchain*. Se observa que inicia con la solicitud del servicio de transacción, en la que se crea un bloque que la identifica. Luego en la web se distribuye mediante la tecnología *Peer To Peer* (P2P), o redes entre pares que conforman múltiples nodos en la que se adiciona el bloque, donde se verifica su inten-

sidad para finalmente ser descargado por los interesados.

En general, para la próxima década se espera una masificación del *Blockchain* en el medio educativo sin precedente alguno, y ya se observan aplicaciones de identidad y registros de estudiantes con el objetivo de proteger su privacidad, medir, registrar y acreditar sus logros por medio de títulos digitales.

En términos técnicos, se puede llevar este procedimiento a la parte evaluativa estandarizada por competencias con otros lineamientos adaptativos, tanto institucionales como los que aplica la Ocede, así como gubernamentales, en la que se tendría a la mano información más rica y variada sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de un estudiante en cualquier momento de su vida académica. En este punto, entra en juego la inteligencia artificial combinada con las TIC y las tecnologías emergentes.

En este modelo, aplicar pruebas estandarizadas quizá ya no sea necesario ya que, como afirma Fuerte (2017), las instituciones educativas podrán utilizar esta tecnología *Blockchain* para compartir datos que ayuden a los docentes a determinar e implementar métodos de enseñanza únicos para cada estudiante. Con esto en mente, el seguimiento a cada estudiante va acompañado con evaluaciones personalizadas, que son diseñadas con criterios heurísticos propios de las pedagogías y tecnologías emergentes, que convergen a las denominadas tecnologías adaptativas, las cuales García (2017, p. 18) las define como aquellas que pueden capturar datos individuales y grupales que pueden aproximar a unas estrategias docentes más perfiladas hacia grupos y alumnos con-

cretos.

Koulaidis (2018) plantea que al usar el *Blockchain*, el estudiante puede:

1. Reconstruir su itinerario en cualquier punto.
2. Comparar su itinerario con el de otros estudiantes.
3. Encontrar métodos para superar obstáculos cognitivos utilizando recursos similares a otros que ya han sido desarrollados por sus compañeros y que están disponibles.

En cuanto al profesor al consultar los itinerarios de los estudiantes, puede guiarlos a desarrollar otros con el objeto de fomentar el aprendizaje personalizado. Este proceso se realiza de manera segura, por lo que al final del ciclo académico el estudiante puede descargar un certificado que valida el conocimiento adquirido. Además, con este tipo de certificado en conjunto con las insignias digitales en abierto (*Open Badges*), se reducen los costes por verificación de títulos y certificados de estudios, sumados a la seguridad implícita que trae consigo el emplear la cadena de bloques.

Un elemento más por mencionar es que se estudia la viabilidad de combinar la tecnología *Blockchain* con la web profunda (deep web), cuyo papel se fundamenta en la seguridad de la información académica. Aunque el *Blockchain* ha demostrado ser seguro en el flujo y tratamiento de información, se considera que le falta

algo, y es la articulación con la web profunda, la cual contiene gran cantidad de información que no se encuentra indexada por ningún motor de búsqueda, a lo que se suma que no hay regulaciones gubernamentales, por lo que permite almacenar a salvo todo tipo de información, en este caso académica e investigativa.

La idea de la web profunda se centra, como afirma Universia España (2018), en que puede convertirse en un refugio para almacenar información científica y académica, permitiendo crear proyectos como el *Data Refuge (Building Refuge for Federal Climate and Environmental Data)*, en el cual la información está a salvo y es accesible para cualquier persona interesada. Sin embargo, aún se deben sortear nuevas vulnerabilidades detectadas recientemente (Márquez, 2019) en cuanto a las transacciones con el *Blockchain*, debido a que puede ser sujeta a un ataque de denegación de servicio distribuido (DoS).

Con este tipo de avance, al robustecer la infraestructura técnica y tecnológica, el *Blockchain* ha encontrado usos en las universidades, no solo en la parte de protección de datos de estudiantes y maestros, sino también en investigación, resguardando la información en canales seguros. Con este mismo lineamiento, la vulneración de derechos de autor y plagio son imposibles, puesto que se tiene un respaldo sólido de los datos. Otras aplicaciones que están surgiendo son las transacciones para comprar cursos *online* en las que se evitan estafas y falsificaciones en las escolaridades y los títulos académicos.

Como se observa, el *Blockchain* es una opción para contemplar en todo el engranaje de la educación, en

la que incluso se posibilita agilizar procesos de solicitud de información académica mucho más rápido que como se lleva actualmente. Un acercamiento a esta afirmación es que a través de una aplicación móvil o *app* se pueden organizar tutorías entre maestros y alumnos. Del mismo modo, la protección de datos de cada estudiante, maestro e institución estará siempre resguardada, y solo las entidades debidamente identificadas podrán consultarlos. En este supuesto, se estarían invalidando las pruebas estandarizadas actuales ya que, con esta información digital a la mano, se puede realizar un estudio de trazabilidad personalizado mediado por técnicas de análisis de datos, como los sistemas de gestión de grandes volúmenes de datos (*Big Data*) y sus fuentes, tales como:

- Minería de datos (Data Mining).
- Cubos OLAP (Online Analytical Processing).
- Gestores de bases de datos y capas de integración.
- Repositorios de metadatos.
- Sistemas de gestión de datos maestros (Master Data Management).
- Sistemas de almacenamiento y gestión de datos completo (Datawarehouse).
- Sistemas de extracción, transformación, carga (ETL: Extract, Transform, Load) e integración de datos.

Estas fuentes, entre otras, se combinan con algoritmos inteligentes que permiten obtener información de todo el expediente académico de

un estudiante, desde la óptica de la analítica de datos, en la que tomando el modelo planteado por Davenport (1997), se puede medir, comparar, reportar, analizar, predecir, avisar, colaborar y saber, lo cual se convierte en un modelo cíclico, tal como se observa en la figura 2.



Figura 2. Modelo de Davenport, modificado por el autor, sobre el cual la información se emplea desde el punto de vista de negocio, que puede ser extendido fácilmente a la estructura académica, debido a que el análisis de datos de un estudiante se encuentra almacenado y listo para ser procesado entre millones de bytes de información.

La medición consiste en el registro cuantitativo de información relacionada con cada estudiante, por lo que se requiere del uso de algoritmos heurísticos y modelos matemáticos apropiados. Luego se pasa a la comparación, que inicia con relacionar sucesos con otros, que después se representan de diferentes maneras estadísticas (reportar). Con esta información se procede a efectuar un análisis cruzando y evaluando modelos de datos en diferentes dimensiones, para posteriormente predecir y establecer comportamientos que derivan en la toma de decisiones, por medio de la IA o por el humano (profesor/es).

Los datos analizados hasta este punto pueden arrojar información positiva y negativa en cuanto al rendimiento académico del estudiante, por lo que se pasa a la fase de aviso para que se reprogramen los algoritmos heurísticos y se reporte al profesor, y se inicie el proceso de reaprendizaje en el cual se establecen las pautas por emplear.

La información académica, una vez almacenada y procesada por los diferentes sistemas de gestión, pasa a la fase de colaboración en la que se intercambian entre diferentes ámbitos, dentro y fuera de la institución de educación. Luego se pasa a la fase de saber, que Rodríguez (s. f.) define como documentar la experiencia y aprendizaje adquiridos por la organización o sus prácticas de gestión ante terceros (por ejemplo, a efectos de exigencias de la regulación).

Lo expuesto para muchos quizá sea utópico, pero debe tomarse en cuenta que la educación en sus diferentes niveles y modalidades está cambiando y evolucionando rápidamente gracias a las telecomunica-

ciones, las ciencias de la computación e Internet, por lo cual las pruebas estandarizadas también deberán hacerlo en su momento. Además, como señalan Bartolomé et al. (2017, p. 6), es una tecnología que puede asegurar *registros educativos acreditados fielmente, combinados con un sistema de reputación negociable, un beneficio que es un sistema de acreditación transinstitucional*. Por ende, los datos que se extraigan proyectados en la evaluación son altamente confiables para cualquier ente evaluador o regulador, nacional o internacional.



Aprendizaje y evaluación adaptativos

El aprendizaje adaptativo se refiere a las tecnologías de seguimiento del progreso del estudiante, utilizando los datos para modificar la formación en cualquier momento (O'Connell, 2016). La particularidad de las tecnologías de aprendizaje adaptativo es que explora las capacidades o habilidades del estudiante por parte del docente o un *software*, con el fin de acelerar su rendimiento mediante intervenciones automatizadas. Este tipo de tecnología beneficia a estudiantes cuya trayectoria académica ha sido deficiente, y se potencia el aprendizaje activo evaluando aquellos factores que ponen en riesgo finalizar sus estudios.

Las tecnologías emergentes presentan en la actualidad nuevas propuestas, en las cuales la educación

está haciendo uso de ellas en diversos contextos, cuyos resultados aunque preliminares están demostrando ser viables, por lo que llevarlos a un plano macro de un grupo grande de estudiantes y evaluar su comportamiento académico en diferentes momentos podrá *a posteriori* permitir a maestros e instituciones nacionales e internacionales, incluso empresas, observar mediante una trazabilidad el nivel de conocimiento, desempeño y habilidades adquiridas por el estudiante a lo largo de su trayectoria académica (ejemplo de ello el *Blockchain*).

Esta opción de evaluación mediante el aprendizaje y la evaluación adaptativos, supone una infraestructura e integración de tecnologías sin precedentes, en la cual el valor agregado para el caso de las pruebas estandarizadas va a tener otro tipo de connotación enfocada a la ubicuidad, tal como se expone a continuación.

En el informe NMC Horizon Report (2017) se resumen siete categorías de tecnologías, herramientas y estrategias relacionadas con las tecnologías emergentes, en las cuales una de ellas son las *tecnologías de aprendizaje*, las cuales son aquellas que están relacionadas con la tecnología de aprendizaje adaptativo, las tecnologías de microaprendizajes, el aprendizaje desde el móvil, próximas generaciones de gestores de aprendizaje, y laboratorios virtuales y remotos. Lo interesante de las tecnologías de aprendizaje es que integran los últimos desarrollos en materia de TIC y tecnologías emergentes, cuyas bases de datos se gestionan vía *Big Data*. Otras tendencias son la teoría del aprendizaje profundo, refuerzo profundo, aprendizaje de datos aumentado, gemelos digitales, redes

generativas adversarias, *Machine Learning* automatizado, redes de cápsulas, programación probabilística, inteligencia artificial explicable y aprendizaje híbrido, que forman parte del mismo informe, pero del año 2018.

En cuanto a la tecnología de aprendizaje adaptativo, esta ha venido tomando fuerza en los últimos años debido al desarrollo de modelos cognitivos que analizan cómo una persona aprende mejor un determinado tema, todo ello en el constructo computacional de la inteligencia artificial (IA). De igual manera, tecnologías como el *Big Data* combinada con la analítica de aprendizaje, el aprendizaje profundo (*Deep Learning*), los sistemas de procesamiento y almacenamiento de alto rendimiento, entre otros, son claves para dar soporte al aprendizaje y la evaluación adaptativos a gran escala, que permiten alimentar sistemas basados en inteligencia artificial facilitando personalizar las experiencias educativas de cada estudiante; ejemplos aproximados al respecto son: Dreambox Learning y MATHia. También se encuentran las *startups*, tales como: TaskyTime, Codelearn, Smile and Learn, My Thesis, Smartick, Class Escape, Afterscool, Aisoy Robotics, Tap Tap Tales, Change Dyslexia, Habilitas Educación, Schooltivity y Smart Schools, entre otras.

Las tecnologías de análisis mencionadas anteriormente son claves para aportar a mejorar la gestión de las instituciones educativas en cuanto a la toma de decisiones, en cuanto a información relacionada con las calificaciones y los aspectos comportamentales de los alumnos. Las tecnologías de analítica permiten interpretar datos crudos o procesados para sacar provecho de ellos, para transformar los procesos

académico-administrativos de las instituciones y para mejorar las experiencias relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como dato adicional sobre el aprendizaje profundo, Ortega y Hernández señalan que:

El aprendizaje profundo tiene que ver con el significado, la reinterpretación, comprensión, conexión y aplicación de conocimientos, vinculándose con la teoría constructivista; mientras tanto el aprendizaje superficial no busca entendimiento y tiende a emplear estrategias de estudio superficial, como la memorización y la reproducción; el conocimiento queda en estado inerte, en tanto el sujeto no observa utilidad del mismo, dependiendo de motivaciones externas para el logro del aprendizaje (2015, p. 214).

En síntesis, el aprendizaje y la evaluación adaptativos se enfocan en establecer cuáles son las fortalezas y debilidades que presenta un estudiante de manera automatizada, empleando diversos algoritmos asociados con la IA, en la que se registra esta información en grandes bases de datos para posteriormente evaluarla e inferir cuál es el mejor camino para ayudar al estudiante en su aprendizaje. En este sentido, Edu-trends (2014) afirma que el aprendizaje adaptativo es la personalización educativa de técnicas de aprendizaje, tras un proceso de diferenciación que identifica las necesidades específicas del estudiante y ofrece diferentes posibilidades. Por lo tanto, existen ciertas diferencias relacionadas con el aprendizaje adaptativo, como son el aprendizaje personalizado y el diferenciado.

Con el aprendizaje adaptativo se involucran las experiencias de aprendizaje del educando, con las que se persigue mejorar el desempeño académico fomentando el autoaprendizaje y motivando su quehacer formativo, entre otros aspectos, los cuales dan como resultado datos que permiten generar modelos predictivos acerca del aprendizaje del estudiante. Con el aprendizaje personalizado y diferenciado no se llega tan lejos como con el adaptativo.

El aprendizaje personalizado lo define la Unesco (2017) como prestar especial atención a los conocimientos previos, las necesidades, las capacidades y las percepciones de los estudiantes durante los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se trata de una formación centrada en el alumno. En cuanto al aprendizaje diferenciado, se recurre a diversas estrategias educativas con miras a que el estudiante adquiera el

conocimiento necesario sobre determinados temas. Estos tipos de aprendizaje pueden ser relacionados con el aprendizaje adaptativo, cuando los procesos académicos de enseñanza-aprendizaje se automatizan a tal grado, que la trazabilidad que se realice a cada estudiante exponga cuál es su nivel de conocimiento y habilidades sobre determinados temas.

Adicional a lo anterior está la evaluación adaptativa, que discrepa totalmente de las evaluaciones por competencias estandarizadas, en las cuales el banco de preguntas deja de ser lineal y pasa a ser dinámico, entendido en el sentido de que se adapta a la capacidad o aptitud del estudiante, variando el grado de complejidad de las preguntas que se formulan con dos opciones de respuesta, que van de difícil a fácil y viceversa. Este tipo de evaluación se sustenta en la teoría de respuesta al ítem (TRI) que, como señalan Hidalgo y French (2016), proporciona una amplia gama de modelos que permite trabajar con test tanto unidimensionales como multidimensionales y con distintos formatos de respuesta (dicotómico, politómico, continuo, etc.). El TRI es de tipo probabilístico prediciendo la respuesta con base en diferentes parámetros de los ítems planteados en la pregunta.

El modelo TRI reemplaza la teoría clásica en cuanto a medición se trata ya que toma el factor de error como un parámetro aleatorio que se atribuye a diversas causas en las que el individuo está inmerso —su contexto o entorno— que de una u otra manera influye en la evaluación. También el modelo toma en cuenta, a la hora de efectuar las mediciones, la invarianza de la conducta del estudiante y las propiedades de los instrumentos.

La TRI abarca un conjunto de modelos psicométricos, que Leenen (2014, p. 44) los resume en cuatro supuestos básicos:

1. Subyacente a la prueba existen constructos o rasgos latentes (habilidades, actitudes, competencias, etc.) que intervienen cuando las personas responden a los ítems;
2. Personas e ítems tienen características relevantes que se representan mediante parámetros;
3. Las características de los ítems se definen independientemente de las personas y viceversa;
4. Es posible hacer una afirmación sobre la conducta de una persona específica en un ítem determinado tras la aplicación de una regla que combina los parámetros de la persona y del ítem.

Otros modelos por considerar paralelo al TRI, son los modelos logísticos de tres, dos y un parámetro (3PL, 2PL y 1PL) que definen las características de cada ítem. Esto quiere decir que el modelo 3PL se emplea en evaluaciones cuando los ítems presentan respuesta dicotómica. La expresión matemática del modelo 3PL es la siguiente:

$$P(U_i = 1|\theta, a_i, b_i, c_i) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-1.7a_i(\theta - b_i)}}$$

En la cual c_i , a_i y b_i representan los parámetros de adivinación o pseudo-azar, discriminación y dificultad, respectivamente, para un ítem i , cuyos valores están sujetos a los criterios de Baker (2001).

El rango teórico de adivinación está entre 0 y 1, aunque en la práctica se toman valores del 30 %. Para el caso de la discriminación, esta se interpreta como la pendiente de la curva característica del ítem; esto quiere decir que, a mayor pendiente, mayor discriminación. En cuanto al parámetro de dificultad, representa una escala de habilidad asociada con la probabilidad de responder correctamente un ítem. El nivel de habilidad θ representa el rasgo latente del evaluado que oscila entre -3 y 3. Para los interesados en la demostración de los parámetros mencionados, se sugiere consultar a Núñez (2002).

Con esta ecuación se pretende mostrar que la evaluación adaptativa no es solo un concepto, sino que está compuesta por modelos matemáticos que la sustentan y su diseño no es fortuito. Como ejemplo, la gráfica de la ecuación anterior se muestra en la figura 3.

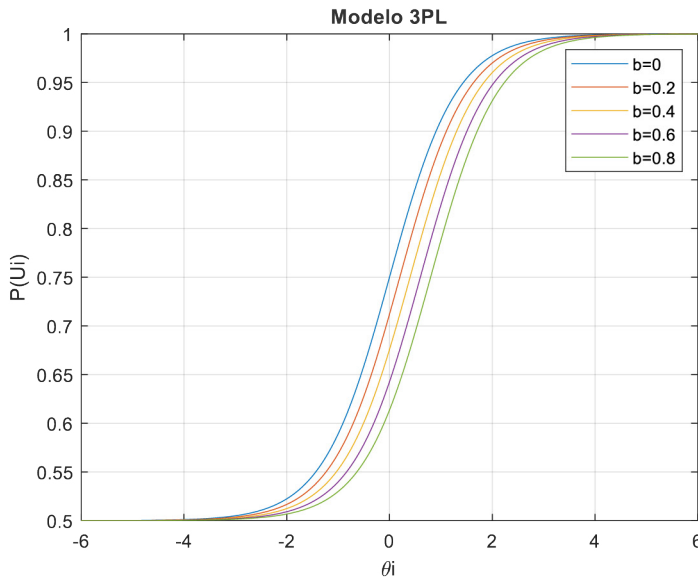


Figura 3. Representación del modelo 3PL, en la cual $a = 0,9$ y $c = 0,5$.

Hay una variante de la ecuación anterior empleada en el modelo de respuesta graduada (MRG), que se suele emplear para medir la probabilidad P_{ik} de un ítem i de varias opciones de respuesta k . En este modelo, Hidalgo y French (2016, p. 16) establecen que hay un parámetro a para cada ítem i y $k-1$ parámetros de dificultad, donde b_{ik} proporciona información sobre la probabilidad de cambio de una categoría hacia el siguiente paso o categoría. El parámetro umbral θ_i representa el rasgo latente para responder un ítem definido mediante una escala (por ejemplo, 1, 2, 3 o 4). La ecuación en cuestión es la siguiente:

$$P_{ik}^*(\theta) = \frac{e^{-1.7a_i(\theta - b_{ik}^*)}}{1 + e^{-1.7a_i(\theta - b_{ik}^*)}}$$

Todos los parámetros señalados están ordenados de manera ascendente, demostrando con ello un proceso acumulativo.

Para el caso de emplear el modelo 2PL, la ecuación se ajusta según el tipo de datos con el que se vaya a trabajar.

$$P(U_i = 1|\theta, a_i, b_i) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta - b_i)}}$$

La gráfica que representa la ecuación anterior es la siguiente:

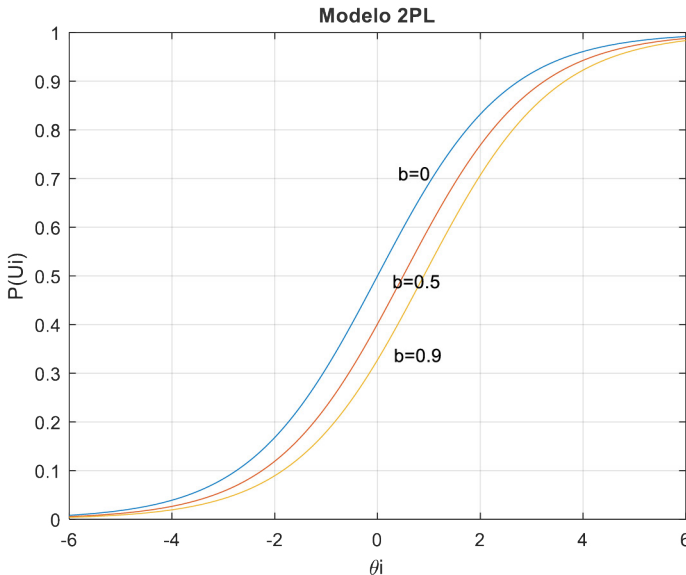


Figura 4. Representación del modelo 2PL, en la cual $a = 0,8$ y $b_i = 0, 0,5$ y $0,9$.

Como dato adicional, existe una extensión al modelo 2PL, conocido como Modelo de Respuesta Graduada (MRG) (Abal et al., 2015) que se emplea para evaluar escalas que utilizan varias opciones de respuesta.

En cuanto al modelo 1PL, se usa cuando se asume que no hay azar en las respuestas y los ítems presentan la misma capacidad discriminativa, por lo tanto, solo el parámetro b_i se utiliza para predecir la probabilidad de una respuesta correcta (Hidalgo y French, 2016, p. 14). La expresión matemática de este modelo es la siguiente:

La gráfica de esta ecuación es:

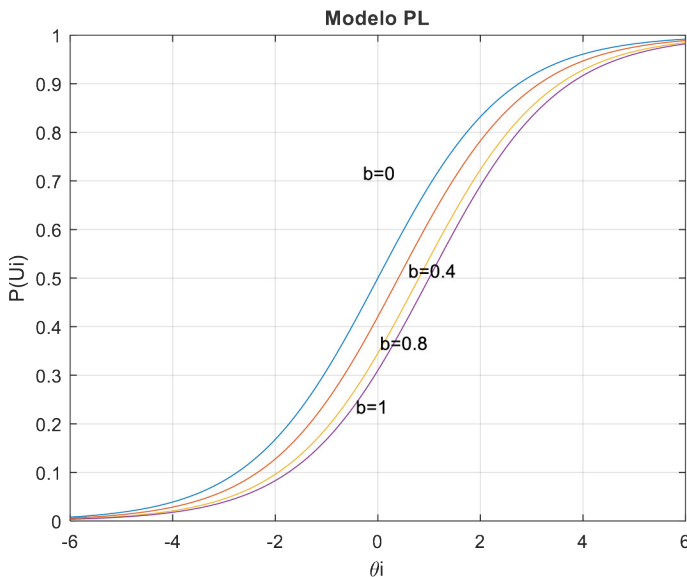


Figura 5. Representación del modelo PL para $b_i = 0, 0,4, 0,8$ y 1.

Mientras más estructurado sea el modelo de evaluación adaptativa, va a exigir un diseño algorítmico pormenorizado, en el que se conjugan varios elementos que Edutrends (2014, p. 5) resume en:

1. Banco de elementos y plataforma de distribución.
2. Calibración con base en la memoria de respuesta al ítem (TRI) + Engine semántico.
3. Correlación entre objetos de aprendizaje y resultados para ajustar la instrucción.
4. Participación de expertos en evaluaciones psicométricas, psicológicas y educativas.
5. Datos cognitivos y no cognitivos para generar un perfil más completo.

Existen otros modelos de evaluación de carácter adaptativo, como son las pruebas de tipo Multistage Testing (MST) (Park et al., 2017; Ariel y Veldkamp, 2006) o las basadas en las pruebas computarizadas adaptativas (CAT) (López et al., 2014), el de ojiva normal para 1P, 3P y 4P (Lord, 1968) y el modelo MRI (que involucra los modelos de respuesta graduada de Samejima, el modelo de crédito parcial de Masters y el modelo de respuesta nominal de Bock), cada uno sustentado con modelos matemáticos formales.

En cuanto a las pruebas con el modelo adaptativo, se pueden llevar a cabo por diferentes medios, tal como lo exponen López et al. (2014): teoría de respuesta a ítem, identificación de modelos de estudiantes, información acumulada, identificación de niveles y dimensiones cognitivas, y finalmente diferentes algoritmos, como podrían ser los empleados en la lógica difusa y los algoritmos genéticos.

En cuanto a la IA, las redes neuronales están formadas por diversos y variados constructos matemáticos y algorítmicos que se emplean según el tipo de datos con el que se va a trabajar, puesto que la capacidad de procesamiento va en concordancia con el número de datos de entrada que se define como un vector X_j de grado n , el cual interactúa con un conjunto de capas ocultas representada por matrices de pesos sinápticos W_{ij} que pueden o no estar condicionadas a un factor de umbral o bias θ_j , tal como se observa en la figura 6.

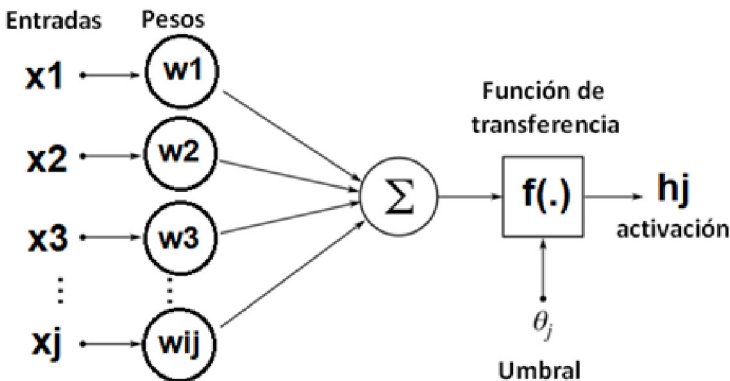


Figura 6. Modelo general de una neurona artificial, que consta de un vector X_j de entrada, que opera con una matriz W_{ij} de pesos sinápticos que se normaliza mediante una función de transferencia $f(\cdot)$, sujeto a una condición o umbral, lo que da una salida h_j .

La salida de una red neuronal es el resultado del producto del vector de entrada con la primera capa de la red y el resultado de esta con la siguiente capa, y así sucesivamente hasta obtener una salida de datos h_p , que estará condicionado por funciones de activación $f(\cdot)$, según se establezca en el modelo. La representación matemática general de la red neuronal es la siguiente:

$$h_j = f_i \left(\sum_i x_j W_{ij} + \theta_j \right)$$

En la cual la relación entrada/salida depende del tipo de algoritmo de entrenamiento y función de transferencia limitadora que se emplee. A este modelo se adicionan factores de error que están representados por gradientes, y debe tomarse en cuenta que la relación entrada/salida puede ser de tipo supervisado, no supervisado, competitivo o por refuerzo.

Con base en lo expuesto, se deduce que la evaluación adaptativa forma parte del aprendizaje adaptativo en conjunto con otros elementos propios de la IA, que involucra el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. Por lo tanto, se requiere de un diseño de contenido curricular modular conforme a los temas, las actividades de aprendizaje y evaluaciones adap-

tativas que los acompañan. Cuando se ha logrado esta fase, se procede al diseño de las actividades de aprendizaje, que deben ser diseñados por profesionales adscritos a los campos de evaluación. El siguiente paso será crear un motor de adaptación, que es en el cual entra la inteligencia artificial para establecer diferentes agentes enfocados al diagnóstico, objetivo de estudio, teoría asociada a un(os) tema(s), práctica y evaluación, que convergen hacia un seguimiento permanente del desempeño del estudiante en el que se brinda una retroalimentación *in situ*.

Una última fase, no menos importante, es la intervención del profesor denominada como *Dashboard* que, de acuerdo con Pugliese (2016), se ajusta dinámicamente al nivel o tipo de contenido del curso basado en las capacidades o la habilidad del individuo para acelerar el rendimiento del alumno, en la que interviene el educador o un algoritmo automatizado que lo asiste o suplente según requerimientos. En esto último, es donde se aplican los modelos heurísticos representados a través de las redes neuronales artificiales empleando para ello bibliotecas simbólicas o conceptuales.

Cabe agregar, que las pruebas que se realizan mediante el aprendizaje adaptativo difieren totalmente de las pruebas estandarizadas, y es ahí donde la tecnología entra en acción a través de la analítica de datos y el *Big Data*, que Lowendahl y Rust (2014) lo definen como alto volumen, alta velocidad y alta variedad, activos de información que exigen formas rentables e innovadoras de procesamiento de la información para una mejor comprensión y toma de decisiones. Para el caso de la educación, se maneja gran cantidad de datos relacionados con las actividades digitalizadas

de los estudiantes, gestionadas por el profesor y por el sistema de inteligencia artificial, destinados a mejorar los resultados del aprendizaje. Así, el registro de la información puede ser por diferentes dispositivos como el computador, los dispositivos móviles, Internet de las cosas y sistemas biométricos, entre otros.

La gestión de la información se realiza mediante plataformas virtuales como las de tipo NGDLE o entorno de aprendizaje digital de próxima generación (Next Generation Digital Learning Environment, NGDLE). Esta propuesta está compuesta por una arquitectura de herramientas y recursos digitales de aprendizaje entrelazados por medio de estándares abiertos más dinámicos e interactivos (Pomerantz et al., 2018). Otra herramienta que se emplea sobre la plataforma LMS son los hipermedias adaptativos AHS (Adaptive Hypermedia Systems) que, como afirman Lerís et al. (2015), son sistemas capaces de registrar las acciones del estudiante, de interpretarlas según el modelo de usuario asociado y, en consecuencia, de adecuar el proceso de aprendizaje al individuo. Este tipo de aprendizaje se aproxima medianamente al aprendizaje adaptativo, con la diferencia que se emplean más herramientas estándar TIC de seguimiento y control, que de inteligencia artificial propiamente dicha.

La importancia del aprendizaje adaptativo en los resultados evaluativos adaptativos radica en su integración con otras herramientas, como los sistemas inteligentes de tutoría, las teorías de la memoria y de carga cognitiva, el aprendizaje automatizado, etc. Con estas herramientas en mente es muy común hablar del aprendizaje adaptativo inteligente (Zapata, 2018; García, 2017; Mendoza et al., 2014), en el cual maes-

tro y alumno interactúan con este sistema de diferente forma: el maestro gestiona información acerca del progreso que lleva el alumno, mientras este recibe una retroalimentación conforme interactúa con el sistema.

Sobre la retroalimentación, cuando el docente no se encuentra disponible se emplean los tutores virtuales de IA —que están en desarrollo para diferentes campos del saber—esto supone un gran avance en la educación, puesto que el estudiante tiene a la mano un sistema omnipresente que permanentemente estará monitoreando su aprendizaje y estableciendo las estrategias más idóneas para mejorarlo las 24 horas del día, los 7 días de la semana, todo el año, el cual podrá interactuar de forma permanente mediante un *chatbot* personalizado.

Con el modelo de enseñanza-aprendizaje expuesto, el papel que desempeña el docente es fundamental ya que actúa como un tutor en conjunto con la IA, incluso entrenando esta, por lo que ambos son un respaldo y ayuda al proceso de enseñanza del estudiante, máxime cuando por lo regular el maestro tiene a su cargo grupos numerosos y le es imposible brindar atención de manera personalizada.

Plataforma adaptativa

Las plataformas adaptativas se basan en el aprendizaje automático (reconocimiento de patrones), que llevadas al modelo educativo son una opción que algunas instituciones de educación superior están tomando en cuenta. Los desarrollos en esta línea de la IA involucran modelos estadísticos, regularidades estadísticas, análisis predictivos y otras formas numéricas adaptativas avanzadas. Con el uso de las herramientas adaptativas, a los estudiantes se les guía a través de conceptos fundamentales tales como: estrategias de revisión por pares, argumentación y diseño de composiciones multimodales (Harding, 2016). Esto permite en el estudiante una mayor comprensión de los conceptos antes de pasar a nuevas actividades un poco más estructuradas.

Un elemento clave cuando se habla de plataformas adaptativas es el uso de las máquinas de aprendizaje (Machine Learning, ML), las cuales utilizan algoritmos programados avanzados para realizar predicciones en tiempo real sobre el dominio que posee el alumno en un determinado tema. Este tipo de algoritmos al ser adaptativos sustentados en la IA, se modifican permanentemente conforme se presenta de manera reiterativa una retroalimentación positiva aportada

por el actuar del estudiante en su medio académico, propendiendo de esta manera a la readaptación a nuevos entornos de aprendizaje inteligentes, y análisis predictivos, lo que implica que el sistema como tal es escalable.

Con el comportamiento dinámico mostrado por la plataforma adaptativa, este procederá de nuevo a recopilar datos de manera permanente y emplearlos a *posteriori* en el estudiante, para guiarlo por el camino del aprendizaje y la adquisición de las habilidades necesarias para este. Es importante puntualizar frente a los entornos de aprendizaje inteligentes que aunque están apoyados por la tecnología, estos, como afirma Zapata:

Realizan recomendaciones, adaptaciones de la ayuda al individuo (por ejemplo, orientación, retroalimentación, consejos o 'affordances'), que proporcionan el soporte adecuado para ello en el lugar en que se produce la necesidad de la ayuda, en el momento oportuno según las necesidades individuales de los alumnos, y en la forma más eficiente.

Coordenadas que podrían determinarse mediante el análisis de los comportamientos de aprendizaje, el rendimiento anterior y en proceso y los contextos del estudiante, tanto en línea como del mundo real (2018, p. 12).

El factor de escalabilidad del sistema es un elemento para considerar en términos computacionales y análisis de enormes cantidades de datos, y es en este punto donde entra la analítica de datos y el *Big Data* a ejercer su funcionalidad, en la que permiten analizar gran volumen de datos, comprobar la veracidad de la información recolectada y gestionar variedad de información con alta velocidad de procesamiento, en la cual los datos analizados adquieren gran valor para las instituciones y personal que lo requiera. Un sistema de estas características puede fácilmente tomar gran cantidad de información y depurar variables relacionadas con temas específicos de la evaluación, todo mediante algoritmos programados con la IA o similares, en particular mediante máquinas de aprendizaje.

Los sistemas de ML al ser dinámicos, presentan mejoras continuas y escalables, que posibilitan realizar consultas en periodos muy cortos, facilitando realizar búsquedas relacionadas con perfiles académicos. Para ello, se crea un perfil de referencia que permite clasificar las características más relevantes de los estudiantes, tales como: preferencias y estilos

de aprendizaje, fortalezas y debilidades académicas, ubicación geográfica e información demográfica, entre otros. Con este tipo de datos, se puede levantar un prospecto del estudiante mediante la aplicación de diferentes tipos de aprendizaje (supervisado, no supervisado y por refuerzo), tanto cuantitativo como cualitativo, que guarda gran cantidad de información en materia de evaluación del aprendizaje, habilidades y destrezas, aspectos que no alcanzan a cubrir las pruebas estandarizadas actuales.

Otra particularidad de las plataformas tecnológicas adaptativas es que permiten automatizar la ruta y el ritmo de aprendizaje del estudiante, bien sea por del docente o por el propio estudiante, proceso denominado como entrenamiento autoinstruccional (Sardiner, 2017; Rivera, 2015), en el que se fija una ruta de aprendizaje particular individualizada relacionada con una secuencia de tiempo predeterminada. El resultado de este tipo de entrenamiento es que el estudiante aprende a su ritmo, aunque el sistema permanentemente lo está monitoreando y arrojando datos, en cuanto al tiempo que permanece activo dentro del sistema realizando consultas o resolviendo talleres, cuestionarios, evaluaciones, etc. En este punto, la función del profesor es fundamental, puesto que debe verificar y ayudar al estudiante a lograr alcanzar los logros mediante una instrucción personalizada o si se desea automatizada.

Dentro de la plataforma adaptativa, se presenta una retroalimentación y remediación individualizada que Pugliese (2016) la describe como el sistema con la capacidad de inferir el nivel de conocimiento de un alumno de manera individual, y proporciona con pre-

cisión la retroalimentación general y la actividad de remediación basada en el conocimiento del desempeño colectivo. Para ello, el sistema supe al estudiante de una variedad de medios de aprendizaje, como son: texto, audio, video y otros contenidos digitales.

Con respecto a los algoritmos de aprendizaje estándar y avanzados empleados en las plataformas adaptativas, estos crean modelos analíticos que producen como salida, decisiones con un alto grado de fiabilidad, que además son repetibles y cuyos resultados obtenidos pueden mostrar el grado de conocimiento que posee un estudiante. Esto se logra mediante la aplicación de evaluaciones periódicas, en la que el sistema analiza los históricos y las tendencias en los datos frente al aprendizaje adquirido por el estudiante. Frente a este tipo de evaluación, en la actualidad existe el servicio ProctorU live+ (Guijosa, 2018), que permite realizar una comprobación sobre la identidad de los alumnos y realiza un monitoreo permanente sobre los movimientos que realizan estos frente a sus *webcams* mientras contestan los exámenes, todo esto mediando por la inteligencia artificial y un equipo de supervisores. Con esta tecnología se minimiza el problema de la suplantación de personas en educación virtual y a distancia.

A través de este proceso automatizado, la capacidad de detectar el nivel de aprendizaje de cada estudiante que se compara con otros, convierte a las plataformas adaptativas en sistemas altamente confiables en la información soportada, debido a que proporciona una retroalimentación precisa y oportuna en tiempo real, tendiente a mejorar el rendimiento académico del estudiante, incluso modificando determinadas

rutas de aprendizaje cuando estas demuestran ser poco eficientes, proporcionando contenido alternativo, retroalimentación o corrección de ser necesario. Este tipo de desarrollo beneficia a las poblaciones de estudiantes de alto riesgo, evaluando los factores que afectan la finalización de sus estudios (por ejemplo, deserción y pérdida académica). Los defensores del aprendizaje adaptativo creen que puede ser una solución para el *triángulo de hierro* de los desafíos educativos: costo, acceso y calidad (NMC, 2018).

Tendencias tecnológicas de la educación

Las TIC en conjunto con las tecnologías emergentes evolucionan muy rápido conforme los sistemas de cómputo y telecomunicaciones lo hacen, caracterizándose por ser más potentes y eficientes. Con esta evolución, Internet ha pasado a integrar herramientas digitales inteligentes impulsando esta red mundial a ser más dinámica e interactiva, de ahí que ya se pueda hablar de híbridos tecnológicos de la web 3.0 y 4.0, cuya convergencia en un futuro no muy lejano será a la web 5.0 (Benito et al., 2013) con un prospecto tecnológico sin igual. Un ejemplo de ello, son las plataformas adaptativas que emplean el aprendizaje de refuerzo profundo, en las cuales el uso de las redes neuronales se emplea en la representación heurística de programación dinámica, entre otras tecnologías

emergentes de vanguardia como la web sensorial/emotiva (web 6.0 y web 7.0).

Sobre el aprendizaje de refuerzo profundo, que es una técnica de aprendizaje automático, Linden y Reynolds (2017) señalan que su objetivo es adquirir un mapeo entre situaciones y acciones, que a diferencia del aprendizaje supervisado (en el cual hay mucha información para el entrenamiento), solo hay recompensas esporádicas disponibles para influir en el comportamiento de un sistema. En Internet se puede descargar o tener acceso a *frameworks* de código abierto basados en este tipo de aprendizaje por refuerzo, tales como Google TensorFlow (López, 2016) y OpenAI (Markoff, 2015), al igual que de empresas como Amazon y Microsoft. Este tipo de aprendizaje no ha desarrollado todo su potencial, aunque ya se encuentran aplicaciones en campos como el reconocimiento de imágenes, aplicaciones móviles y *start-ups*, en las que se están adoptando diversas técnicas basadas en otros tipos de redes neuronales, tales como las convolucionales profundas y las deconvolucionales, solo por citar algunas.

En términos matemáticos, las neuronas convolucionales a diferencia de un perceptrón estándar, se representa mediante un procesamiento matricial en una imagen en 2D. Dicho esto, la salida de cada neurona convolucional se calcula como:

$$Y_j = g \left(\sum_i K_{ik} \otimes Y_i + b_j \right)$$

Donde Y_j representa la salida de un conjunto de neuronas j en forma matricial. La operación se realiza mediante una combinación lineal de las salidas Y_j con el núcleo convolucional K_{ik} correspondiente a una conexión, que luego se le adiciona una influencia b_j para finalizar con una función de activación no-lineal $g(.)$ como ReLU (Rectified Linear Unit - Unidad Lineal Rectificada) con sus diferentes variaciones como LeakyReLU (LReLU), PReLU (ReLU paramétrico), RReLU, ELU-SELU (Exponential Linear Unit), CReLU y FReLU. Por ejemplo, una función que actúa como aproximación suave de ReLU es la función analítica softplus (softmax):

$$f(x) = \ln(1 + e^x)$$

En términos gráficos esta función toma la siguiente forma:

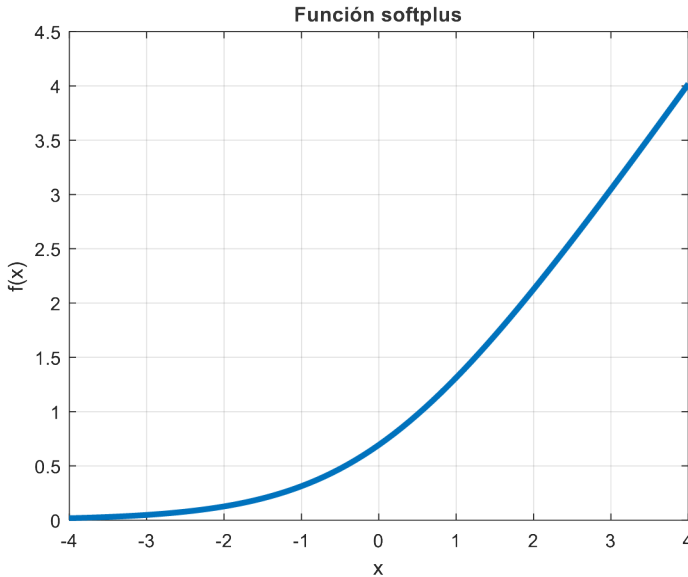


Figura 7. Gráfica de la función softplus como aproximación suave de ReLU empleada en el contexto de las redes neuronales convolucionales profundas, en particular visión artificial y reconocimiento de voz.

ReLU y sus variantes han abierto un sinnúmero de aplicaciones en diferentes campos de la ciencia e ingeniería, en los cuales la educación no ha sido ajena a estos desarrollos, por ejemplo, en sistemas de gestión del conocimiento (Iza, 2018; Jiménez y Ovalle, 2018; Marulanda et al., 2017).

Un avance reciente en el uso de las redes neuronales tiene que ver con aquellas relacionadas con el aprendizaje automático que permiten la interacción mutua para crear sonidos, imágenes y video, y son las

denominadas redes generativas antagónicas o GAN (Generative Adversarial Network). Las GAN basan su desarrollo en el aprendizaje no supervisado entre dos redes neuronales “generativa y discriminadora” que analizan la misma información. La primera red generativa produce resultados artificiales lo más realistas posibles, y la segunda red discriminadora compara productos creados por la generativa con los datos de entrenamiento para intentar decidir cuáles son reales y cuáles son falsas (Giles, 2018).

Lo interesante de las GAN es que la red generativa puede reajustar sus parámetros para crear nuevas simulaciones de manera recurrente, hasta que la red discriminadora sea incapaz de distinguir los datos reales de los falsos; la convergencia de este tipo de red es hacia un aprendizaje muy parecido al natural. Con este tipo de proceso, las potenciales aplicaciones en la educación son amplias, empezando por crear sistemas inteligentes que permitan realizar comparaciones pre y posaprendizaje de un estudiante, para luego establecer qué se requiere para mejorarlo, y la IA es la que toma las decisiones, no el humano (Rouhiainen, 2018).

Tendencias como las MOOC (con todas sus variantes), el *Big Data* y el aprendizaje adaptativo en la educación, entre otros desarrollos, se valoran como transformacionales por su capacidad para llevar información de manera diferente a los estudiantes, lo que permitirá la recolección de grandes cantidades de datos que pueden ayudar a mejorar el ecosistema de la educación (Gartner, 2013). Otra tendencia tecnológica avanzada emergente en vías de desarrollo, que merece ser mencionada y proyecta tener un alto

impacto a corto tiempo, es la interfaz cerebral implantable, que posibilitaría consultar y almacenar información *in situ* a gran velocidad debido a que los chips de tamaño nanométrico (Márquez, 2013) interactuarían con las neuronas cerebrales intercambiando información permanentemente.

Otro tipo de desarrollo que impactará no solo a la educación sino a la sociedad en general es la *cap-tología* que, como afirma Price (2018), está centrada en el estudio de las computadoras como tecnologías persuasivas, que incluyen: diseño, investigación, ética y análisis de productos informáticos interactivos creados con el propósito de cambiar las actitudes o el comportamiento de las personas. Esto implica convertir a las computadoras, teléfonos móviles, sitios web, tecnologías inalámbricas, *app*, videojuegos, etc., en sistemas ubicuos para toda la sociedad. Este tipo de tecnología en particular abre las puertas a nuevos desarrollos omnipresentes enfocados no solo al ocio y trabajo, sino a la educación en general, en la cual de nuevo la IA será la protagonista principal. Lo interesante de este tipo de tecnología es que plantea la opción de una formación ciento por ciento virtual y a distancia.

Un desarrollo en curso que dará mucho de qué hablar dentro de poco tiempo, son las interfaces cerebro-computador, que no tienen precedente alguno a la forma como se adquiere y gestiona el conocimiento, emulando de forma aproximada, o lo que se observa en películas como *Matrix*, *Ghost in the shell* y *Transcendence*, entre otras, sobre la forma de asimilar información y habilidades; de ahí que se hable en el ámbito de las ciencias de la computación de interfa-

ces de control neural, de mente máquina, neural directa y cerebro-máquina (Fish, 2019; BBC Mundo, 2017).

Todas estas interfaces están diseñadas de tal manera que disponen de una vía de comunicación directa entre el cerebro humano y un dispositivo externo, en la cual la miniaturización basada en la nanotecnología es un hecho, posibilitando crear e insertar directamente en la corteza cerebral procesadores neuromórficos cuya escala rivaliza con las células cerebrales, a lo que se suma, como señala Márquez (2013, p. 338), la creación de neurocomputadoras biológicas y redes híbridas cibernéticas inteligentes.

Otra investigación con un enfoque diferente al anterior es la realizada por el MIT, denominada *Alter Ego*, que consiste en un dispositivo no invasivo que trabaja con redes neuronales que permite captar los pensamientos enfocados y transcribirlos en una pantalla o dispositivo de comunicación. Este sistema, aunque es un prototipo, permite establecer la comunicación entre personas sin gesticular palabra alguna (proceso denominado como subvocalización, que es un fenómeno mental cuando se lee), en la que Kapur et al. (2018) explican que está compuesto por un conjunto de electrodos situados alrededor de la boca y de la mandíbula que detectan la presencia de las señales neuromusculares en el rostro, que sirven de base al lenguaje hablado. Al respecto, Redacción T21 (2018) señala que las aplicaciones van desde la comunicación discreta entre personas, control domótico y de dispositivos electrónicos (enviar SMS, *whatsapps*, efectuar operaciones en una calculadora, apagar la luz, etc.), hasta para comunicarse entre personas ciegas o mudas.

Con este tipo de desarrollo en mente, se posibilita el acceso a la información para aquellos que no pueden hacerlo de manera convencional, en la que además puede potenciarse para ampliar su espectro en cuanto a interactividad y ubicuidad al ser combinado con otras tecnologías inmersivas, en las cuales la inteligencia artificial vuelve a tener un papel fundamental en este sentido. Por ejemplo, los sistemas conversacionales, que en esencia son programas informáticos que permiten conversar e interactuar con el estudiante, tal como si lo hiciera con su maestro.

Con estos desarrollos en curso, entre muchos otros más, combinados con las tecnologías emergentes adaptativas mencionadas, el proceso de enseñanza-aprendizaje está destinado a evolucionar, siendo este mucho más personalizado y automatizado, lo que lleva a pensar que los tipos de evaluación estandarizados que se emplean en la actualidad deberán ir revaluando su actuar en el plano académico en sus diferentes niveles y modalidades, incorporando métricas tanto cuantitativas como cualitativas, que permitan medir aspectos propios del educando en un nivel personalizado.

La tecnología avanza y, conforme lo hace, esta ejerce gran influencia en la sociedad en todos los escenarios, por lo que la educación no es la excepción. Las evaluaciones estandarizadas deberán ser revaluadas en algún momento, puesto que la dinámica educativa se está ajustando a nuevos modelos pedagógicos y metodológicos más personalizados, soportados por las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) que apoyan al proceso de enseñanza-aprendizaje desde otra perspectiva, más dinámica. En consecuen-

cia, es factible que el proceso de las pruebas estandarizadas cambie al ser integradas con la IA través del aprendizaje adaptativo y las tecnologías ubicuas. De lograrse un monitoreo al estudiante durante toda su vida académica, es muy probable que las pruebas estandarizadas pasen a un segundo plano.

Con lo expuesto anteriormente, la IA, como afirma Johnson (2016), se adapta conforme a las necesidades propias de cada estudiante, realizando un seguimiento sobre su rendimiento y participación en una determinada asignatura. Viéndolo de esta manera, la personalización de la educación basada en la IA es un hecho, y en ella se están cimentando diversos algoritmos y tecnologías para mejorar la interacción hombre-máquina, en la cual la potencia de cómputo ya no es un problema. Aunque se deben tratar temas sobre seguridad de la información y aspectos bioéticos de la interacción IA-hombre, se espera que no sea un obstáculo para futuros desarrollos mucho más inmersivos e interactivos que los actuales, en los cuales la IA sea un acompañante permanente del estudiante, dentro y fuera del salón de clase llevando la ubicuidad a un nivel superior.

De lo anterior se infiere que se puede realizar una recopilación de información puntual sobre cada estudiante y realizar un análisis personalizado sobre los temas y las asignaturas en las cuales él presente dificultades, y de esta manera proporcionar por parte del docente la retroalimentación del caso, o en su defecto automatizarla. Todos estos procesos convergen al aprendizaje adaptativo que, como argumenta Martin (2014), se está asociando con una colección a gran escala de datos de aprendizaje y respuestas pedagó-

gicas basadas en estadísticas, que puede verse como un subconjunto del aprendizaje personalizado que incluye enfoques tales como la informática afectiva y la semántica.

Habilidades blandas

Un aspecto para tomar en cuenta sobre las evaluaciones tradicionales y estandarizadas en la educación superior, es que dentro de este tipo de evaluaciones no se habla propiamente sobre las habilidades blandas (*soft skills*), que el mercado laboral en la actualidad se prioriza, en el cual el profesional debe demostrar ser creativo, líder, ético, honesto e íntegro, social, poseer capacidad de adaptación y pensamiento estratégico, trabajar en equipo y desarrollar habilidades comunicativas, desarrollar la lógica matemática y habilidades para la computación e informática, entre otras cualidades, que se espera perfeccione durante su etapa de preparación profesional. Es por esta razón que las instituciones de educación superior han empezado a crear estrategias psicotécnicas que permitan valorar y cuantificar las competencias sociales, en las cuales la competitividad exige del profesional una preparación idónea, que lo faculte a afrontar los retos de un mundo que así lo exige.

Un ejemplo de sistema de evaluación de habilidades blandas es The Excellence System, desarrollado por la

Universidad de Michigan, el cual consiste en la integración de rúbricas estandarizadas con los planes de estudios y los expedientes universitarios, que permiten obtener certificados. Con este criterio, la evaluación de habilidades blandas sociales con la evaluación por competencias no discrepa, de hecho, se complementan, ya que cada una mide dos tipos de aprendizaje diferentes: la primera evalúa, como señala Universia España (2018), comunicación oral y escrita, capacidad de razonamiento y acción ética, pensamiento creativo, liderazgo y trabajo en equipo, capacidad resolutive y análisis de problemas, conocimiento y manejo de información y tecnologías. Mientras que la evaluación por competencias, como expresan Ríos y Herrera (2017), integran el ser, el saber hacer y el saber estar, en los cuales el dominio de estos saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales están en relación para este ser capaz de actuar con efectividad frente a contextos escolares y laborales.

Otro ejemplo para mencionar es la certificación de habilidades blandas implementada en la Universidad de Davenport, en el Estado de Florida, EE. UU., con su programa Excellence System, que a diferencia de la Universidad de Michigan emplea un método estadístico. El sistema evalúa nueve competencias que Guisosa (2018) resume en: competencia global e intercultural, responsabilidad cívica y social, razonamiento ético y acción, pensamiento crítico y creativo, análisis y resolución de problemas, liderazgo y trabajo en equipo, competencia de tecnología e información, comunicación escrita y comunicación profesional.

Las certificaciones de habilidades blandas son un aspecto de educación futura que está tomando fuerza

en el medio universitario, que van muy de la mano con las evaluaciones por competencias que integran rúbricas, entre otros elementos relacionados tanto con las pedagogías emergentes como con las tecnologías emergentes encaminadas a fortalecer un capital humano, que no solo demuestre capacidades profesionales idóneas, sino habilidades sociales, familiares, cívicas y emprendedoras, entre otros aspectos.

Como se aprecia, las tendencias educativas y evaluativas cada vez más se alejan del modelo tradicional de educación, que en su momento funcionaron como se esperaba, pero en la actualidad no debido a que la sociedad cada vez más se encuentra inmersa en un mundo gobernado por la tecnología y la sistematización, a un grado tal que se ha vuelto dependiente de estos, lo que supone un cambio drástico en el paradigma de qué, cómo y para qué se enseña y aprende. A lo que se suma una variable más a este complejo engranaje de la educación superior, y es precisamente preparar el capital humano altamente capacitado para un mundo competitivo.

Las habilidades blandas exigen de las instituciones de educación superior preparar a los futuros profesionales para enfrentar un mundo cada vez más dinámico y complejo que exige lo mejor de ellos. Con este argumento se vuelve a pensar si la tecnología ya forma parte de nuestras vidas y nuestro quehacer diario; la tendencia lógica es aumentar su grado de inmersión y ubicuidad, por lo que plantear nuevas estrategias pedagógicas y metodológicas sustentadas en sistemas inteligentes y tecnologías emergentes que permitan validar el conocimiento, la formación integral y habilidades de un individuo desde otro ángulo diferente al

tradicional se tornan claros. Ello implica que los sistemas evaluativos no son la excepción a estos cambios, la sociedad lo exige, por lo que los sistemas educativos tendrán que hacerlo en algún momento si no desean salir del mercado.



Conclusiones

El proceso de evaluar la calidad de la educación debe ser visto no como un obstáculo en el que se premia o castiga a los estudiantes, profesores e instituciones, sino como una oportunidad de mejora continua y constructiva. La cuestión surge cuando la evaluación pierde objetividad y se realiza con un conjunto de estándares que dejan por fuera un sinnúmero de factores cualitativos críticos para la educación, incluyendo el quehacer de los docentes. Sin lugar a duda, debe existir otro tipo de metodologías y pedagogías que permitan dar seguimiento a la educación que reciben los educandos, en la que se requiere de evidencia para continuar aplicando cambios a partir de las políticas que se generan al respecto.

Hablar de mejorar la educación requiere de un sinnúmero de reformulaciones ya que los números no engloban aspectos cualitativos de la práctica docente ni de las incidencias que tiene la sociedad y la familia en la educación del estudiante. Como afirma Vázquez (2016):

Se requiere de la construcción de instrumentos que respondan a un sentido didáctico de la evaluación, en la que no resulta pertinente descartar a priori que entre ellos puedan considerarse exámenes estandarizados; sin embargo, es posible afirmar que estos no pueden ser las herramientas privilegiadas de la evaluación educativa, si lo que realmente buscamos es contribuir a mejorarla (p. 98).

En las pruebas estandarizadas tácitamente hay un sentido normativo, que presupone obtener buenos resultados sobre la educación, expresos a través de la calidad de esta. Existen muchos aspectos que quedan por fuera de dicha evaluación, por lo que se discute su pertinencia. Aún se está lejos de establecer cuáles son los aspectos más relevantes que caracterizan la evaluación porque está expuesta a la subjetividad por más pragmática que esta sea. Lo cierto es que deben ser medidos los procesos educativos que se

ejecutan en las instituciones, y que por ahora son la única manera de saber si las normas establecidas por el Estado se cumplen a cabalidad, al medir aspectos tales como: cobertura, financiación, calidad, equidad, pertenencia e inclusión, todos ellos elementos importantes para formar capital humano calificado.

En cuanto a la evaluación por competencias, esta es una herramienta fundamental para las políticas educativas, que han fomentado de paso que las evaluaciones estandarizadas tengan una connotación hacia este tipo de medición. Aunque aún no se ha dicho la última palabra sobre el impacto que tienen estas evaluaciones, en el estudiante y docente, así como en las instituciones de educación, lo cierto es que facilita comprender cómo el conocimiento se articula con los saberes mediante otros elementos como las habilidades y actitudes que posee el individuo, dejando de lado la parte memorística.

Todo lo mencionado puede ser centralizado en recursos computacionales de altas prestaciones, posibilitando realizar procesos de trazabilidad puntuales sobre el comportamiento académico de un estudiante en particular o grupo de estudiantes. Con esto en mente, efectuar pruebas estandarizadas tal como están planteadas actualmente no tendría objeto, debido a que simplemente quien esté interesado en saber si el estudiante posee las habilidades y el conocimiento sobre determinado tema o temas, con una simple consulta a una central de información se podrá inferir cuantitativa y cualitativamente las capacidades cognitivas de este.

flujo de información de estudiantes y maestros que circula por la web es seguro, tanto para la institución educativa, como para los entes de control. Aunque se plantean objeciones sobre la viabilidad de esta tecnología en cuanto a seguridad (Márquez, 2019), escalabilidad, legalidad e interoperabilidad, lo cierto es que ha demostrado ser segura en cierta medida y proyecta expandir sus servicios en la educación a mayores escalas incorporando otras tecnologías y servicios. En consecuencia, lo que se requiere, como dice Schmidt (2018) es:

Un esfuerzo conjunto para asegurar que los estándares que se definan de los sistemas de certificación digital se desarrollen en abierto, y que incluyan las necesidades de todos los agentes implicados en ellos (estudiantes, instituciones educativas, empleadores y gobiernos) sin priorizar los intereses de unas organizaciones por encima de otras. Este es un tiempo para experimentar, para colaborar y para compartir experiencias en el desarrollo del potencial máximo para la construcción de un nuevo ecosistema de certificaciones digitales (p. 101).

Con los esquemas técnicos y tecnológicos propuestos, las pruebas estandarizadas nacionales e internacionales estarán más enfocadas en conocer otro tipo de variables cognitivas, psicosociales, etc., que pueden influir de manera negativa o positiva en los modelos de enseñanza-aprendizaje empleados en el estudiante, y que pueden derivar en el bajo rendimiento o la deserción académica. En este sentido, el uso de otras tecnologías como la computación cognitiva y afectiva (Rodríguez et al., 2017), abre nuevas posibilidades de desarrollo propendiendo de esta manera a evaluar otros tópicos relacionados con la psique, el *insight* y las habilidades que desarrolla un individuo con base en el aprendizaje, y cómo puede ser extrapolado para enfocarlo al medio laboral, social, científico e investigativo.

Existen diversas posibilidades que la inteligencia artificial, a través del aprendizaje y las plataformas adaptativas soportadas por otras tecnologías como la analítica de datos, el *Big Data*, el gobierno de datos (*Data Governance* o *Big Data Governance*), el aprendizaje profundo (*Deep Learning*), el aprendizaje automático (*Machine Learning*), entre otros, están aportando lo suyo al modelo de la educación incluyendo la parte evaluativa, en la cual la transmisión del conocimiento está pasando de ser masificada a ser personalizada, con la diferencia que las tutorías y el seguimiento no solo está en manos del profesor, sino en sistemas automatizados que permiten realizar un seguimiento pormenorizado del avance del estudiante en tiempo real, durante toda su vida académica.

La visión de una educación inteligente ya está aquí, y los maestros, instituciones y gobiernos deben apro-

piarse de estas nuevas propuestas y desarrollos tecnológicos que tienden a mejorar la calidad de la educación en todos los niveles y las modalidades, lo que implica un cambio en el paradigma de la educación tradicional y aquella mediada por las TIC y las tecnologías emergentes, para el cual muchos aún no están preparados para la gran ola tecnológica adaptativa e inteligente que viene dentro de pocos años y que requiere ser atendido ahora.



Referencias

Abal, F., Auné S. y Attorresi, H. (2015). Comparación del modelo de respuesta graduada y la teoría clásica de tests en una escala de confianza para la matemática. *Summa Psicológica UST*, 11(2), 101-113.

Allison, I. (2019). Bank of England: Central banks looking at 'hybrid systems' using Bitcoin's blockchain technology. *International Business Time*. <http://www.ibtimes.co.uk/bank-england-central-banks-looking-hybrid-systems-using-bitcoins-blockchain-technology-1511195>

Anghel, B., Cabrales, A., Sainz, J. y Sanz, I. (2012). Publicación de los resultados de las pruebas estandarizadas externas: ¿Tiene ello un efecto sobre los resultados escolares? En A. Cabrales y A. Ciccone (Coords.), *La educación en España, una visión académica*. Fedea monografías.

Ariel, A. y Veldkamp, B. (2006). Optimal Testlet Pool Assembly for Multistage Testing Designs. *Applied Psychological Mea*

surement, 30(3), 204–215. <http://doi.org/10.1177/0146621605284350>

Arnold, M. (2020). Visa invita a las entidades a probar su nuevo sistema de pagos bancarios basado en la tecnología del 'bitcoin'. *Expansión*. <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2016/09/15/57d190a322601d-456d8b45cb.html>

Arzola, D. (2017). Evaluación, pruebas estandarizadas y procesos formativos: experiencias en escuelas secundarias del norte de México. *Educación*, 36(50), 28-46. <https://doi.org/1018800/educacion.201701.002>

Baker, F. B. (2001). *The basics of item response theory*. Second Edition. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation.

Barrenechea, I. (2010). Evaluaciones Estandarizadas: Seis Reflexiones Críticas. *Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 18(1), 1-27.

Bartolomé, A., Bellver, C., Castañeda, L. y Adell, J. (2017). Blockchain en educación: introducción y crítica al estado de la cuestión. *Revista electrónica de tecnología educativa, EDUTEC*, (61), 1-14.

BBC Mundo. (2019). Neuralink, el ambicioso proyecto para conectar nuestros cerebros a las computadoras de Elon Musk, el hombre detrás

de Tesla y SpaceX. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39422244>

Benavides, M., León, J. y Etesse, M. (2014). Desigualdades educativas y segregación en el sistema educativo peruano: Una mirada comparativa de las pruebas PISA 2000 y 2009. Avances de investigación educación y aprendizajes, (15). Lima, Perú, Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE).

Benito, O. D., Peris, O. M., Rueda, A. C. y Colino, A. (2013). Web 5.0: the future of emotional competences in higher education. *Glob. Bus. Perspect*, (1), 274–287. <https://doi.org/10.1007/s40196-013-0016-5>

Broggi, D., Gallagher, M., Lilly, J., Duquette, J., Nimura, C., Pattenden, M., Richter, F., San Martín, L., Avin, S., Kelley, K., Lidova, M., Rodríguez, D., Slater, G. y Winkler, A. (2018). *Wolf Building the first Blockchain University*. *Wolf Development*.

Calero, J. y Choi, A. (2012). La evaluación como instrumento de política educativa. *Presupuesto y Gasto Público*, (67), 29–42.

Carmona R. C. (2017). Una reflexión sobre medir en educación. *Revista de la Asociación de Sociología de la Educación (RASE)*, 10(21), 268-282. <http://dx.doi.org/10.7203/RASE.10.2.10071>

Carnoy, M., Brodziak, I., Luschei, T., Bateille, T. y Loyalka, P. (2017). Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M). Do Countries Paying Teachers Higher Relative Salaries Have Higher Student Mathematics Achievement? IEA.

Cognizan. (2018). 21 more jobs of the future a guide to getting and staying employed through 2029. Center for the Future of Work. <https://www.cognizant.com/whitepapers/21-more-jobs-of-the-future-a-guide-to-getting-and-staying-employed-through-2029-codex3928.pdf>

Davenport, T. H., De Long, D. W. y Beers, M. C. (1997). Building successful knowledge management projects. Center for Business Innovation. Worker Paper. Ernst y Young LLP.

Díaz, K. y Osuma, C. (2016). Las evaluaciones estandarizadas del aprendizaje y la mejora de la calidad educativa. *Temas de Educación*, 22(1), 131-146.

Edutrends. (2014). Aprendizaje y evaluación adaptativos. Reporte, Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. *El Periódico Sociedad Educación*. (2019). Resultados del informe PISA (por países y por comunidades). <https://www.elperiodico.com/es/graficos/educacion/resultados-informe-pisa-2016-17670/>

Estrada, V. (2019). Resultados PISA 2018: Latinoamérica por debajo del promedio. <https://bit.ly/2TromV9>

European Commission. (2014). The International Computer and Information Literacy Study (ICILS). Main findings and implications for education policies in Europe. Education and Training.

Feito, R. (2008). Competencias educativas: hacia un aprendizaje genuino. Competencias educativas. Andalucía educativa, Sevilla, (66), abril, 24-26.

Fernández, N. M., Alcaraz, N. y Sola, M. (2017). Evaluación y pruebas estandarizadas: una reflexión sobre el sentido, utilidad y efectos de estas pruebas en el campo educativo. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 10(1), 51-67. <https://doi.org/10.15366/riee2017.10.1.003>

Fish, T. (2019). Neuralink: Elon Musk's 'mind-boggling' AI computer has 'potential for abuse'. <https://www.express.co.uk/news/science/1122473/neuralink-elon-musk-ai-brain-computer-darpa>

Fuerte, K. (2019). Una nueva plataforma basada en tecnología blockchain ayudará a rastrear y administrar el historial académico de los estudiantes. <https://observatorio.itesm.mx/edu-news/2017/8/14/una-nueva-plataforma-basada-en-tecnologia-blockchain-ayu>

dar-a-rastrear-y-administrar-el-historial-academico-de-los-estudiantes

Gairín, J., Armengol, C., Gisbert, M., García, M., Rodríguez, D. y Cela J. (2009). Guía para la evaluación de competencias en el área de ciencias sociales. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.

García, A. L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2), 9-25. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>

Gartner. (2013). Hype Cycle for Education, 2013. Gartner Inc. <https://www.gartner.com/doc/2559615>

Giles, M. (2020). El señor de las GAN: el hombre que dio imaginación a las máquinas. <https://www.technologyreview.es/s/10016/el-senor-de-las-gan-el-hombre-que-dio-imaginacion-las-maquinas>

Grech, A. y Camilleri, A. (2017). Blockchain in Education. European Commission. Seville, Spain, Publications Office of the European Union.

Guevara, R. (2017). La calidad, las competencias y las pruebas estandarizadas: una mirada desde los organismos internacionales. Educación y Ciudad, (33), 159-170.

Guijosa, C. (2018). La responsabilidad docente

y su evaluación, según reporte de la Unesco. <https://bit.ly/2I7TdAS>

Guijosa, C. (2019). La Universidad de Davenport crea certificación de habilidades blandas. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/universidad-de-davenport-crea-certificacion-de-habilidades-blandas>

Guijosa, C. (2020). ProctorU Live+, supervisión de exámenes a distancia con tecnología de inteligencia artificial. <https://observatorio.itesm.mx/edu-news/proctoru-live-supervision-de-examenes-a-distancia>

Gupta, B. Agrawal, D. y Yamaguchi, S. (2016). Handbook of Research on Modern Cryptographic Solutions for Computer and Cyber Security. IGI Global.

Harding, L. (2019). English Composition incorporates adaptive learning into classroom. University of Georgia. <https://ovpi.uga.edu/news/english-composition-incorporates-adaptive-learning-into-classroom>

Hidalgo, M. y French, B. (2016). Una introducción didáctica a la Teoría de Respuesta al Ítem para comprender la construcción de escalas. Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes, 3(2), 13-21.

Horizon Topics. (2019). Research Question One: Important Developments in Educational Technology. <http://horizon.wiki.nmc.org/Hori->

zon+Topics

Icfes. (2013). Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación. Alineación del examen SABER 11°. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Icfes. (2015). Estudio del Progreso Internacional en competencia Lectora (PIRLS). <http://www.icfes.gov.co/instituciones-educativas-y-secretarias/evaluaciones-internacionales-inves/estudio-del-progreso-internacional-en-competencia-lectora-pirls>

Iza, C. M. D. (2018). Gestión del conocimiento en ingeniería de software. *Recimundo*, 2(4), 32-47. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(4\).octubre.2018.32-47](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(4).octubre.2018.32-47)

Jiménez, M. R. A. y Ovalle, D. M. (2018). Red neuronal convolucional para discriminar herramientas en robótica asistencial. *Visión Electrónica*, 12(2), 208-214. <https://doi.org/10.14483/22484728.13996>

Johnson, E. (2016). Adaptive Learning Platforms: Creating a Path for Success. <https://er.educause.edu/articles/2016/3/adaptive-learning-platforms-creating-a-path-for-success>

Jongsma, H. y Joosten, H. (2018). Technical Report Studybits. TNO report. Groningen, The Netherlands.

Kapur, A., Kapur, S. y Maes, P. (2018). AlterEgo: A Personalized Wearable Silent Speech Interface. 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI 2018), 43-53. ACM Digital Library. <http://doi.org/10.1145/3172944.3172977>

Katz, J. y Lindell, Y. (2021). Introduction to Modern Cryptography. Third Edition (Chapman y Hall/CRC Cryptography and Network Security Series). Chapman and Hall/CRC.

Koulaidis, V. (2018). La tecnología Blockchain como herramienta pedagógica. En A. Bartolomé y F. J. Moral (Eds.), Blockchain en Educación. Cadenas rompiendo moldes (pp. 78-82). Colección Transmedia XXI.

Leenen, I. (2014). Virtudes y limitaciones de la teoría de respuesta al ítem para la evaluación educativa en las ciencias médicas. *Inv. Ed. Med.*, 3(9), 40-55. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(14\)72724-3](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(14)72724-3)

Lerís, D., Vea F. y Velamazán, A. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos. *EKS*, 16(4), 138-157. <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516138157>

Linden, A. y Reynolds, M. (2017). Deep Reinforcement Learning. Hype Cycle for Emerging Technologies. Gartner, 15-16.

López, R. (2019). Redes neuronales convolucionales con TensorFlow. <https://relopezbrie>

ga.github.io/blog/2016/08/02/redes-neuronales-convolucionales-con-tensorflow/

López, R., Sanmartín, P. y Méndez, F. (2014). Revisión de las evaluaciones adaptativas computarizadas (CAT). *Revista Educación y Humanismo*, 16(26), 27-40.

Lord, F. M. (1968). An analysis of the Verbal Scholastic Aptitude Test using Birnbaum's three-parameter logistic model. *Educational and Psychological Measurement*, (28), 989-1020.

Lowendahl, J. y Rust, B. (2014). Hype Cycle for Education. Gartner. http://cdn2.hubspot.net/hubfs/2656713/360%20Alumni%20Nov%202016/PDF/hype_cycle_for_education.pdf?t=1483916022554

Lucena, M. (2011). *Criptografía y seguridad en computadores*. Universidad de Jaén, España.

Markoff, J. (2015). Artificial-Intelligence Research Center Is Founded by Silicon Valley Investors. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2015/12/12/science/artificial-intelligence-research-center-is-founded-by-silicon-valley-investors.html>

Márquez, D. J. (2013). *Nanotecnología. Ciencia a Escala Atómica y Molecular. Ventajas y desventajas de una ciencia emergente*. Académica Española.

Márquez, D. J. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación colombiana. *Rev. Ingeniare*, 13(23), 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>

Márquez, D. J. (2019). Riesgos y vulnerabilidades de la denegación de servicio, distribuidos en Internet de las cosas. *Revista Biòtica i Dret. Rev. Bio. y Der.*, (46), 85-100. <https://doi.org/10.1344/rbd2019.0.27068>

Martin, L. (2014). *Adaptive Learning. Hype Cycle for Education*. Gartner.

Martins, A. (2016). Pruebas PISA: ¿cuáles son los países que tienen la mejor educación del mundo? ¿Y cómo se ubica América Latina? <http://www.bbc.com/mundo/noticias-38211248>

Marulanda, E. C., López, T. M. y Mejía, S. M. (2017). Minería de datos en gestión del conocimiento de pymes de Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (50), 224-237.

Mendoza, M. y González C. (2014). Modelos de Usuario y Sistemas Adaptativos de Aprendizaje. CIIS 2014. 1er. Congreso Internacional de Investigación en Ingeniería de Sistemas. Tunja, Boyacá, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2007). *Guía 27, Gestión estratégica del sector. Orientaciones e instrumentos*.

Ministerio de Educación Nacional. (2014). Foro Educativo Nacional 2014: ciudadanos matemáticamente competentes. Viceministerios de educación preescolar, básica, media y superior, Asociación Colombiana de Matemática Educativa ASOCOLME, Bogotá, Colombia.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2016). TIMSS 2015 - Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias. IEA. Informe español: resultados y contexto. Madrid, España, Secretaría General Técnica.

Mosquera, D. (2018). Análisis sobre la evaluación de la calidad educativa en América Latina: caso Colombia. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 1(1), 43-55. <https://doi.org/10.15366/riee2018.11.1.003>

Mulder, M., Weigel, T. y Collings, K. (2008). El concepto de competencia en el desarrollo de la educación y formación profesional en algunos Estados miembros de la UE: un análisis crítico. *Journal of Vocational Education y Training*, 59(1), 67-88.

Mullis, I., Martin, M. y Loveless, T. (2016). 20 Years of TIMSS International Trends in Mathematics and Science Achievement, Curriculum, and Instruction. IEA, TIMSS y PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

Navas, M., Salarirche, N. y Fernández M. (2017). Evaluación y pruebas estandarizadas: una reflexión sobre el sentido, utilidad y efectos de estas pruebas en el campo educativo. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 51-67. <https://doi.org/10.15366/riee2017.10.1.003>

NMC. (2018). NMC Horizon Report Preview 2018. Higher Education Edition. Vancouver film School, EDUCAUSE.

Núñez, N. R. M. (2002). Propiedades distribucionales de un estadístico de medición apropiada. Tesis de doctorado, Universidad de Murcia.

Observatorio de la Universidad Colombiana. (2018). Sin aulas ni profesores y a través de una app diseñan nueva universidad en Inglaterra. <http://www.universidad.edu.co/index.php/noticias/15311-sin-aulas-ni-profesora-y-a-traves-de-una-app-disenan-nueva-universidad-en-ingles>

Observatorio de la Universidad Colombiana. (2019). Los 21 empleos que están naciendo con la tecnología. [https://www.universidad.edu.co/los-21-nuevos-empleos-que-estan-naciendo-con-la-tecnologia/?ct=t\(Noticias_abril_8_21_COPY_04\)ymc_cid=35bfaad-f07ymc_eid=%5bUNIQID%5d](https://www.universidad.edu.co/los-21-nuevos-empleos-que-estan-naciendo-con-la-tecnologia/?ct=t(Noticias_abril_8_21_COPY_04)ymc_cid=35bfaad-f07ymc_eid=%5bUNIQID%5d)

Ocde. (2013). PIAAC. Programa internacional para la evaluación de las competencias de la población adulta. Volumen I. Madrid, España, Ocde.

Ocde. (2015). Serie “Mejores Políticas”. Colombia: políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo. OECD Publishing.

Ocde. (2016). OECD Skills Studies. The Survey of Adult Skills. Reader’s Companion, Second Edition. OECD Publishing.

O’Connell, A. J. (2016). The Blurry Definitions of Adaptive vs. Personalized Learning. Educators still use “adaptive” and “personalized” learning interchangeably. Does it matter? <https://campustechnology.com/articles/2016/12/20/the-blurry-definitions-of-adaptive-vs-personalized-learning.aspx>

OECD. (2011). PISA 2009 Results: Students On Line: Digital Technologies and Performance (Volume VI). Ocde.

Ortega, C. y Hernández, A. (2015). Hacia el aprendizaje profundo en la reflexión de la práctica docente. *Ra Ximhai*, 11(4), 213-220.

Park, R., Kim, J., Chung, H. y Fodd, B. (2017). The Development of MST Test Information for the Prediction of Test Performances. *Educ. Psychol Meas*, 77(4), 570–586. <http://doi.org/10.1177/0013164416662960>

Pomerantz, J., Brown, M. y Brooks, C. (2018). Foundations for a Next Generation Digital Learning Environment: Faculty, Students, and the LMS. Educause.

Popham, J. (s. f.). ¿Por qué las pruebas estandarizadas no miden la calidad educativa? Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina y el Caribe (PREAL). Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación. Grupo de Análisis para el Desarrollo, GRADE.

Porras, O. (2017). Departamento Nacional de Planeación. Memorias Seminario Internacional de Rendición de cuentas y control ciudadano en las entidades territoriales, Bogotá D.C., abril 12 y 13 de 2017.

Price, L. (2018). The Digital Health Hype Cycle 2018. <https://www.healthcare.digital/single-post/2018/02/20/The-Digital-Health-Hype-Cycle-2018>

Pugliese, L. (2016). Adaptive Learning Systems: Surviving the Storm. <https://er.educause.edu/articles/2016/10/adaptive-learning-systems-surviving-the-storm>

Ravela, P., Arregui, P., Valverde, G., Wolfe, R., Ferrer, G., Rizo, F., Aylwin, M. y Wolff, L. (2008). Documentos No 40. Las evaluaciones educativas que América Latina necesita. San Marino.

Redacción T21. (2018). Crean un casco capaz de escuchar e interpretar los pensamientos.

https://www.tendencias21.net/Crean-un-casco-capaz-de-escuchar-e-interpretar-los-pensamientos_a44501.html

Ríos, M. D. y Herrera, A. D. (2017). Los desafíos de la evaluación por competencias en el ámbito educativo. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, 43(4), 1073-1086. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201706164230>

Rivera, F. G. (2015). Entrenamiento cognitivo autoinstruccional para reducir el estilo cognitivo impulsivo en niños con el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 13(1), 27-46. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep.35.13051>

Rivera, J. y Aguilar, H. E. (2016). Límites y posibilidades de una inserción solidaria de América Latina en la Economía mundial. En J. Estay (Coord.), *La economía mundial y América Latina, ante la continuidad de la crisis global* (pp. 293-314). CLACSO y BUAP.

Rodríguez, A. V., Gallar, P. Y. y Barrios, Q. E. (2017). Consideraciones teóricas acerca de la Computación Afectiva en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Educación Superior. *CienciAmérica*, 6(3), 1-6.

Rodríguez, J. R. (s. f.). Características de los proyectos de inteligencia de negocio. *Universitat Oberta de Catalunya*. https://www.academia.edu/27336105/Caracter%C3%ADsticas_

de_los_proyectos_de_inteligencia_de_negocio

Rouhiainen, L. (2018). Artificial Intelligence: 101 Things You Must Know Today About Our Future. Material.

Sardinero, A. (2017). Aventura pirata. Entrenamiento de la atención y de las funciones ejecutivas mediante autoinstrucciones. TEA Ediciones.

Schmidt, J. P. (2018). Certificaciones, reputación y blockchain. En A. Bartolomé y F. J. Moral (Eds.), *Blockchain en Educación. Cadenas rompiendo moldes* (pp. 83-102). Colección Transmedia XXI.

Schulz, W., Ainley, J., Fraillon, J., Losito, B., Agrusti, G. y Friedman, T. (2017). *Becoming Citizens in a Changing World* IEA International Civic and Citizenship Education Study 2016 International Report. Springer Open.

Smolenski, N. y Hamilton, D. (2018). Blockcerts: los bloques fundamentales de las blockchain para el aprendizaje a lo largo de la vida y el empleo en una economía global. En A. Bartolomé y F. J. Moral (Eds.), *Blockchain en Educación. Cadenas rompiendo moldes* (pp. 115-126). Colección Transmedia XXI.

Sontag, S. (2015). Estigmatizados: ¿Atrapados sin salida? *Rev. Cienc. Salud*, 13(1), 5-7.

Trajtenberg, L., Valdecantos, S. y Veja, D. (2015). Los determinantes de la inflación en América Latina: un estudio empírico del periodo 1990-2013. En A. Bárcena, A. Pardo y M. Abeles (Eds.), Estructura productiva y política macroeconómica. Enfoques heterodoxos desde América Latina (pp. 163-190). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas.

Tristán, A. y Pedraza, N. (2017). La Objetividad en las Pruebas Estandarizadas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 11-31. <https://doi.org/10.15366/riee2017.10.1.001>

Unesco. (2013). Situación de América Latina y el Caribe: hacia la educación de calidad para todos al 2015. Oficina Internacional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/Unesco Santiago). Ediciones del Imbunche.

Unesco. (2017). Aprendizaje personalizado. Herramientas de Formación para el Desarrollo Curricular. Oficina Internacional de Educación, Ginebra, Suiza.

Universia España. (2018a). ¿Cómo medir las habilidades blandas de los estudiantes? <https://noticias.universia.es/educacion/noticia/2018/07/24/1160834/como-medir-habilidades-blandas-estudiantes.html>

Universia España. (2018b). 4 avances tecnológicos en la Educación en 2018. <http://>

noticias.universia.es/educacion/noticia/2018/01/17/1157514/4-avances-tecnologicos-educacion-2018.html

Vázquez, M. (2016). Problemas y limitaciones del uso de pruebas estandarizadas para la evaluación educativa en México. *Temas de Educación*, 22(1), 97-114.

Vegas, E. (2016). PISA 2015: El camino hacia la inclusión con calidad. <https://www.semana.com/educacion/articulo/pruebas-pisa-en-america-latina/510084>

Zapata, R. M. (2018). La universidad inteligente. La transición de los LMS a los Sistemas Inteligentes de Aprendizaje en Educación Superior. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 57(10), 1-43. <http://dx.doi.org/10.6018/red/57/10>

Mundo virtual con herramienta de apoyo al aprendizaje autónomo



Jairo E. Márquez D.

Introducción

La palabra mundo virtual o metaverso aparece por primera vez en la novela *Snow crash*, publicada en 1992 por el escritor cyberpunk Neal Stephenson (Márquez, 2011). Para Vázquez y Sevillano (2015), los metaversos son espacios virtuales de recreación del mundo real donde los usuarios, normalmente con un avatar o un pseudónimo, interactúan con otros usuarios en un sinnúmero de situaciones cotidianas. Naya et al., (2012) definen los metaversos como entornos virtuales conocidos también como Multi-User Virtual Environments (MUVE), que poseen un formato que deriva de los Massive Multiplayer Online Role-Playing Games (MMORPG) aunque, a diferencia de estos, no poseen

a priori un objetivo o meta por cumplir como sucede en un videojuego. Para Checa (2010), los metaversos son construcciones ficticias en las que los participantes interactúan a través de avatares creados por sí mismos tratando de reproducir la participación o vida real en un entorno de metáfora virtual sin las limitaciones espacio-temporales.

El concepto de mundo virtual va más allá de lo comercial y entretenimiento, la idea en el futuro es crear verdaderas sociedades virtuales, en las cuales los usuarios digitales o avatares sean nuestros *alter ego*, propendiendo de esta manera por la creación de sociedades artificiales en un entorno digital (Barroso, 2013) dando paso a lo que Márquez (2013) señala como vida artificial digital, en la que expone una alternativa paralela al mundo real, donde el nivel de inmersión del usuario es del ciento por ciento, equivalente al escenario que presenta la película *Matrix*. Tomando en cuenta estos aspectos, la característica principal de los metaversos está fundamentada en que estos son creados a imagen y semejanza no solo del programador, sino del usuario, en la cual la fantasía, la ciencia ficción y la tecnología multimedia se combinan para crear escenarios fantásticos o exóticos, cuyas leyes físicas pueden o no romperse, o simplemente instaurar otra extensión del mundo real en el que vivimos, experimentando en tercera persona la interactividad e inmersión en un espacio digital que no tiene límite alguno, explorando nuevas vivencias con un *alter ego* digital.

Para Peña (2014), el metaverso es un entorno inmersivo, tridimensional, virtual y además multiusuario en línea, que permite a las personas relacionarse entre

sí, social y económicamente, independientemente de su localización, utilizando herramientas computacionales como agentes personificados y simulación. Con esta definición, se observa que el metaverso es un mundo virtual por explorar, donde el usuario puede interactuar de diferentes maneras a través de su avatar explorando diversos contextos llevando incluso una doble vida.

Como caso particular, el uso de los mundos virtuales en la educación superior (Wood y Gregory, 2018; Reisoğlu et al., 2017) ha sido un tema recurrente desde hace varios años, posibilitando que el maestro y estudiante exploren nuevos métodos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual las TIC y las tecnologías emergentes adoptan un papel principal en este sentido (Márquez, 2017; Sosa et al., 2017), manteniendo como premisa principal la interactividad e inmersión que son fundamentales en dicho proceso.

El mercado de los mundos virtuales ha venido diversificándose en aplicaciones de tipo realidad aumentada, mundos espejo, metaversos y plataformas de tipo *Lifelogging*, las cuales pueden ser propietarias o libres, por lo que sus desarrollos y aplicaciones son diversos, que van desde el campo industrial, comercial y salud, pasando por el ocio, hasta la educación en sus diferentes niveles y modalidades. Con esta variedad de mundos virtuales, se marca el sendero en cuanto a su desarrollo propiamente dicho, pues cada plataforma aporta lo suyo en su implementación, innovación, desarrollo y recursos a la hora de llevarlos a un plano operativo. Como referentes, se pueden consultar mundos virtuales como: SecondLife, Sanalika, Club Penguin, Habbo y Smeet.



Características de un mundo virtual

Existen tres características fundamentales de los metaversos establecidos por Castronova (2001), que son la interactividad, corporeidad y persistencia, las cuales se han mantenido vigentes hasta la fecha con ciertos ajustes conforme la tecnología evoluciona, tal como se expone a continuación según la experiencia de la investigación realizada:

- *Interactividad.* El usuario es capaz de comunicarse con otros e interactuar con el metaverso. Esto implica que sus comportamientos pueden ejercer una influencia sobre los objetos y sobre el comportamiento y opinión de otros usuarios, lo cual es recíproco. Este tipo de acción se realiza mediante la implementación de una red social dentro del mundo virtual. Un aspecto adicional es que se pueden implementar o enlazar plataformas virtuales de aprendizaje dentro del mundo virtual, convirtiéndolo en un escenario educativo dinámico de aprendizaje autónomo y colaborativo con acceso a recursos que se dispongan en dicha plataforma. Además, la interacción entre los *alter ego* de los usuarios puede realizarse en 3D, por lo que

amplía la experiencia inmersiva dentro de este entorno digital.

- *Corporeidad.* Consiste en la presencia de un avatar sobre ese espacio que posee límites, en la que está sometido a ciertas leyes y tiene recursos limitados dentro del mundo virtual. Estas limitaciones son más asociadas a la falta de recursos computacionales que del mismo mundo virtual. También la corporeidad hace referencia a que el usuario puede participar en diversas actividades de carácter lúdico, social, comercial, informativo, ocio o de simulación, entre otros. Esta característica ha venido evolucionando con el tiempo en diferentes entornos, por ejemplo, la realidad virtual, cuyo grado de inmersión a través del visor o los sensores dispuestos en guantes y traje hacen que el usuario forme parte del entorno digital.
- *Persistencia.* El programa funciona a pesar de que sus miembros no estén conectados. Además, la posición, las conversaciones, los objetos de propiedad, etc., quedan guardados y pueden recuperarse una vez se vuelva a conectar el usuario al mundo virtual. Lo ideal es que en el futuro el avatar se integre con un programa de inteligencia artificial, en el cual aprenda de su usuario y tome decisiones mientras no esté conectado.

Los metaversos frente a las TIC tradicionales llevan a los estudiantes a un ambiente fuera del aula convencional, en el cual el entorno de videojuego no es ajeno para ellos, por lo que su acercamiento a este tipo

de herramienta digital los motiva a indagar, y con ello se aprovecha para acercarlo al aprendizaje (Escobar, 2015) y conocimiento de una manera más divertida, amena, interactiva e inmersiva. Además, existen ventajas de la simulación en un mundo virtual que contribuyen al conocimiento y aprendizaje propios de la cibercultura, tal como señala Márquez (2010), en la cual el aspecto visual y la posibilidad del cambio en tiempo real por medio de la acción de los avatares constituye una gran ayuda para la memoria a corto plazo amplificando la imaginación y la inteligencia individual y colectiva.

Permanentemente se están gestando proyectos conducentes a mejorar los entornos de realidad virtual (RV) (Coyne et al., 2019), realidad aumentada (RA) (Márquez y Morales, 2020) y realidad mixta (RM) (Flavián et al., 2018), que convergen a los metaversos con un alto grado de inmersión sin precedente alguno. Un ejemplo de ello es el sistema Viveport, Daydream y Oculus Rift (Davis et al., 2015). Como caso particular de Oculus Rift, este emplea la visión estereoscópica en un dispositivo diseñado específicamente para mundos virtuales, ofreciendo al usuario imágenes 3D para cada ojo con perspectivas ligeramente diferentes. Los mundos y las aplicaciones que se crean para este tipo de dispositivo son bastante amplios para todos los gustos y edades (Ortelt y Ruider, 2017; Salomoni et al., 2016; Draganov y Boumbarov, 2015).

Los metaversos creados con las tecnologías mencionadas presentan desarrollos de inmersión e imagen de alto contraste, por lo que su aplicación en investigación en múltiples campos de las ciencias e ingeniería crece día a día. Por ejemplo, en la educación se

encuentran los campus virtuales, emulando las instalaciones de una universidad en particular, en la que se pueden encontrar diversos recursos de aprendizaje. También están las aulas virtuales, en las que se programan clases acompañadas de diversos recursos interactivos, en las cuales los estudiantes pueden entrar y desarrollar de manera síncrona y asíncrona.



Tecnologías emergentes y mundos virtuales

Las tecnologías emergentes ofrecen al servicio de la educación diversas herramientas digitales que propenden a cambiar el paradigma tradicional del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es así, que el desarrollo de los mundos virtuales integrados con herramientas de enseñanza como el aprendizaje móvil (*Mobile-Learning*), el aprendizaje híbrido (*Blended-Learning*) y la clase invertida (*Flipped Classroom*), entre otros, pertenecientes todos a las tecnologías y pedagogías emergentes, respectivamente, abren un sinnúmero de posibilidades para la enseñanza presencial, virtual y a distancia, posibilitando de esta manera un mayor acercamiento al estudiante y maestro a nuevas propuestas educativas (Álvarez, 2017; López et al., 2013). En consecuencia, un aspecto por considerar en cuanto al manejo de los mundos virtuales es que facilita al alumno una nueva herramienta de estudio en la que se integra la tecnología móvil y las plataformas de aprendizaje, lo que Márquez (2019) ha denomina-

do aprendizaje móvil híbrido invertido, posibilitando al maestro nuevos medios y métodos de enseñanza.

Cabe señalar la importancia del avatar en el mundo virtual ya que este contribuye, como afirma Díaz (2013, p. 2), a que los estudiantes adquieran destrezas sobre herramientas tecnológicas y virtuales, lo que promueve la inclusión del alumno en la sociedad de la información. En cuanto al desarrollo del proyecto del mundo virtual, este se basó en la multiplataforma OpenSimulator. Esta plataforma se caracteriza porque es software libre con licencia BSD, que no implica costo alguno para el desarrollador. Además, ofrece un entorno único y flexible para el profesor interesado en la enseñanza empleando TIC, el trabajo cooperativo, la simulación y la formación empresarial (López, 2013). OpenSimulator permite a quienes navegan por él, desarrollar y practicar habilidades basadas en la exploración de nuevas experiencias e ideas. Admite múltiples clientes y protocolos: accede al mismo mundo al mismo tiempo a través de múltiples protocolos, al igual que admite las secuencias de comandos de inworld utilizando varios idiomas diferentes, incluidos LSL/OSSL, C # y VB.NET (Collins, 2011).

En cuanto al servidor OpenSimulator, este se divide en dos componentes, según Swatz y Harris (2014):

1. Servicios de datos de back-end: que consisten en cuentas de usuario, servicio de inicio de sesión, activos e inventario;
2. Servidor simulador: que puede alojar de manera ilimitada entornos virtuales llamados regiones.

Hay dos modos disponibles, que son el independiente y el de cuadrícula. En el modo independiente, estos dos componentes se combinan en un solo proceso OpenSimulator.

Con base en las características anteriores, las habilidades básicas que un avatar puede realizar en el mundo virtual son: caminar, cambiar de apariencia, volar e interactuar con ciertos objetos del metaverso, tales como sillas, tableros y pizarrón. Además, permite la comunicación vía chat social con otros avatares cercanos, entre otros recursos, al igual que teletransportarse de un punto a otro de las instalaciones de la universidad.

Este metaverso facilita realizar clases a distancia o virtual, en las cuales el docente puede subir diversos recursos pedagógicos que pueden ser consultados por el estudiante vía web en primera instancia, o por un dispositivo móvil teniendo a la mano el mundo virtual en su computador. Con esto en mente se combinan el aprendizaje móvil con el aprendizaje híbrido cuyo recurso pedagógico es la clase invertida (Torrecilla, 2018). Esto implica que el usuario para realizar cualquier consulta o práctica con el mundo virtual debe seguir los siguientes pasos:

1. El estudiante o profesor debe crear una cuenta con una URL específica, para luego ser direccionado a la página de registro.
2. Instalación del software. Para conectarse con el mundo virtual de la universidad, es necesario el

uso de un visor, que en este caso es Singularity, el cual debe ser descargado, instalado y configurado en el computador de cada usuario. El código fuente puede descargarse y consultar el progreso del desarrollo en GitHub (<https://github.com/singularity-viewer/SingularityViewer>).

3. Configuración del avatar. Por ser la primera vez que ingresa el usuario a la plataforma, el avatar debe ser creado y personalizado. En este caso se dejó configurado el sistema para que solo se creen personajes humanos.
4. Para la navegación se estableció el uso de teclas específicas estándar empleadas en los videojuegos para PC, facilitando con ello su interacción con el sistema. De igual manera, se verificó la configuración de la red social, en conjunto con hipervínculos que redireccionan al WhatsApp y correo electrónico.
5. En cuanto a la información para cargar en el mundo virtual, corre por cuenta del profesor ya que se requiere de un diseño gráfico que sea llamativo y visible para quienes naveguen por el sistema, por lo que esta tarea la deben realizar los profesionales encargados para tal fin.

Para que el metaverso fuese aprovechado al máximo, se requirió de una capacitación previa, en la cual el usuario conociera los recursos con los que disponía para una determinada clase, propendiendo de esta manera a que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera mucho más dinámico e interactivo que el tradicional. En este sentido, una vez adquirida la habilidad de manipular el avatar, el usuario aparte de desplazarse por las instalaciones de la universidad, pudo interactuar con otros compañeros a través de la red social interna para compartir información académica, fomentando con ello el aprendizaje colaborativo, o de navegar en Internet a través de hipervínculos dispuestos en el sistema, que lo direccionan a determinados temas seleccionados por el profesor.



Marco metodológico

Para el desarrollo del metaverso se empleó la metodología ágil SCRUM (Sutherland y Sutherland, 2018; Rasnacis y Berzisa, 2017), caracterizada porque el equipo de trabajo puede acometer problemas de manera adaptativa, comprometiéndose a la entrega de productos con un máximo valor posible con un enfoque iterativo incremental, que facilita optimizar la predictibilidad y el control del riesgo en cada fase. En este sentido, se definieron cuatro roles: *Project Manager*, *Scrum Master*, *Product Owner* y *Scrum Team*. Cada ciclo de desarrollo o iteración (*sprint*) finalizó

con la entrega de una parte operativa del producto (incremento) (Menzinsky et al., 2016).

El *Project Manager*, asumió el rol de arquitecto de *software* que representó a los interesados en el producto final. El *Scrum Master* tuvo la responsabilidad de mantener la conformidad dentro del grupo de investigación, velando para que los impedimentos técnicos y administrativos no hicieran meya en el proyecto. Ejemplo de ello fue el diseño de las instalaciones de la Universidad, que demandó el levantamiento de planos arquitectónicos, en los cuales la gestión para el acceso de información estaba restringida. El *Product Owner* fue la persona que asumió el rol de analista funcional, cuya tarea fue plasmar y hacer ágil la idea del proyecto para poderlo llevar al plano funcional y operativo. En cuanto al *Scrum Team*, ejerció el rol de hacer realidad la propuesta del proyecto del cliente, que para este caso fue la Universidad de Cundinamarca mediante el desarrollo del producto de manera autogestionada, autoorganizada y multifuncional.



Resultados

Existen ciertas particularidades de los metaversos que los hace atractivos a los estudiantes y maestros, ya que se los ve como un espacio ideal para el proceso de enseñanza-aprendizaje ubicuo, en el que se combina con otras formas de aprendizaje digital como el

móvil, híbrido y microaprendizaje, en las cuales el modelo pedagógico tradicional cambia de ser estático a dinámico representado en la clase invertida (Castañeda et al., 2019; Ferguson et al., 2019) y colaborativa, siendo el centro de este proceso el estudiante. Con esto en mente, se rompe el paradigma de la enseñanza tradicional, adoptándose un modelo metodológico y pedagógico que encaja en las denominadas tecnologías y pedagogías emergentes, en las cuales las TIC son el soporte o medio de acceso al conocimiento, suprimiendo las barreras físicas para todo aquel estudiante que desea aprender desde cualquier lugar.

Una particularidad del mundo virtual desarrollado es que se pueden implementar diversos recursos TIC planteados específicamente por el profesor, los cuales el estudiante los tiene a la mano cuando lo desee facilitando de esta manera el aprendizaje autónomo. De igual manera, se pueden incorporar códigos QR para tener acceso al aula virtual de la Universidad y de aplicaciones disponibles en Google Play Store. El mundo virtual actúa como un elemento integrador de la clase invertida y colaborativa, el aprendizaje híbrido y el aprendizaje móvil, en el cual talleres y evaluaciones formulados en la plataforma virtual pueden ser consultados por medio de un dispositivo móvil o computador.

Los recursos digitales con los que cuenta el mundo virtual para estudiar, a través de la plataforma propia del metaverso o de la plataforma virtual de Moodle de la Universidad, facilitan el aprendizaje no solo por medio del uso de un computador, sino del dispositivo móvil del estudiante, facilitando el proceso de formación

dentro y fuera del aula de clase de manera síncrona y asíncrona. En general, en la figura 1 se puede sintetizar el prototipo de mundo virtual desarrollado para la Universidad de Cundinamarca, en la que se puede observar la relación existente entre los diferentes recursos TIC y las tecnologías emergentes empleados en el proyecto.



Visor de Opensimulator
instalado en PC o Portátil

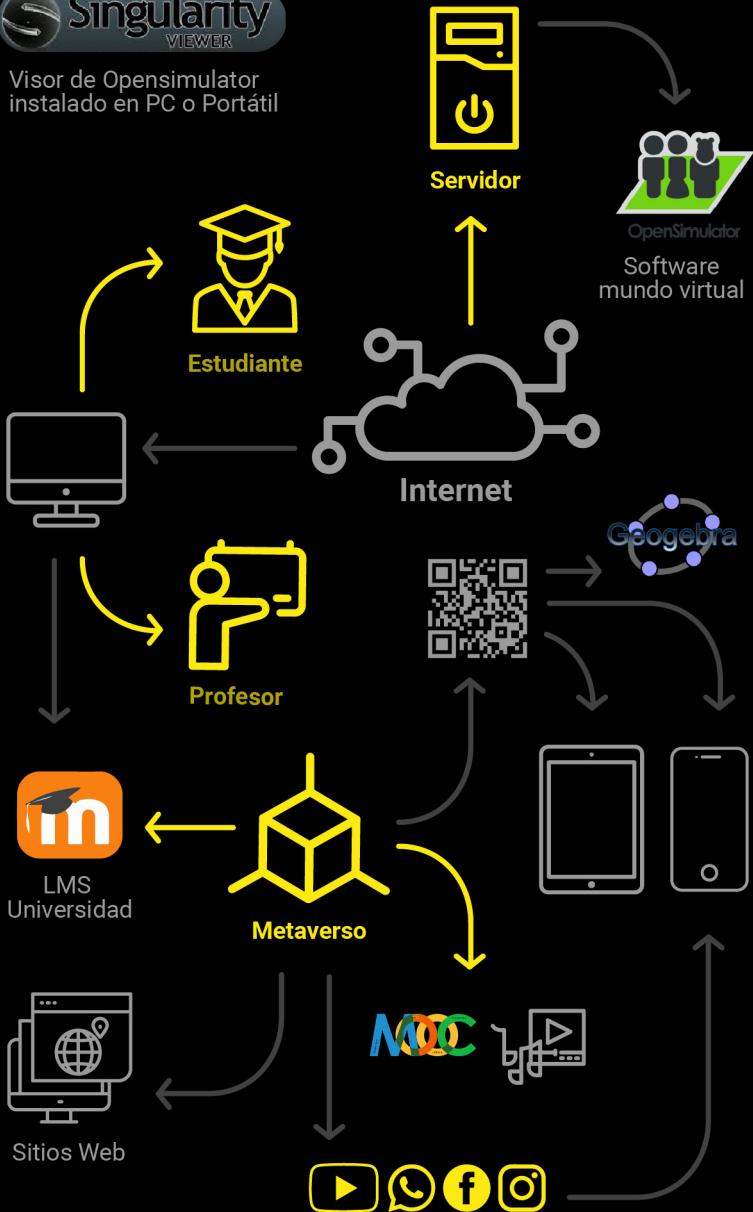


Figura 1. Esquema general del mundo virtual desarrollado para la Universidad de Cundinamarca.

Como se observa en el esquema general del mundo virtual, se integran el aprendizaje móvil y el aprendizaje híbrido. Para el caso de la clase invertida y colaborativa, son gestionadas o administradas a través de la plataforma virtual de Moodle, o desde el propio mundo virtual. Con esta integración de tecnologías y pedagogías, se hace un aporte en cuanto a proponer un cambio en el paradigma de la enseñanza tradicional, en la que confluye a un modelo flexible, dinámico, autónomo, participativo y colaborativo mediado por las TIC y las tecnologías emergentes, en este caso particular desde la óptica de los mundos virtuales.

Existen algunos desafíos tecnológicos y pedagógicos que deben ser tomados en cuenta a la hora de implementar un mundo virtual en una asignatura, como son:

- Los recursos digitales para implementar en el metaverso deben ser diseñados, planteados o aportados por el docente al administrador del mundo virtual. Esto implica un estudio previo o diseño de estos recursos por parte del docente. De igual manera, las actividades de participación de carácter social, es decir, las relacionadas con el aprendizaje colaborativo e interdisciplinar, deben planificarse de tal manera que sean utilizadas para la solución de problemas y la interacción en los diferentes espacios creados en el mundo virtual.

- Contar con una buena conectividad a Internet

para que el metaverso no se ralentice o desconecte. Este es un requisito para tomar en cuenta, ya que se requiere de un buen ancho de banda y velocidad. De igual manera, los recursos computacionales con los que cuenta el usuario son importantes para que el sistema funcione ya que requiere de la instalación previa del visor Singularity, que en la actualidad está disponible para los sistemas operativos de Windows, Linux y MacOS de 32 y 64 bits.

- En términos pedagógicos, el aprendizaje en un metaverso está basado en el estudiante, en el que se fomenta el autoaprendizaje, el aprendizaje colaborativo y significativo, entre otros aprendizajes, que actúan como componente esencial al modelo pedagógico de la clase invertida y que se ajusta al Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) formulado por la Universidad de Cundinamarca. La estrategia para poder llegar a ello es que el mundo virtual da respuesta a necesidades académicas individuales y grupales, por lo que la clave está en el docente actuando como ente facilitador, guía y mediador del conocimiento.

- El profesor puede crear diversos tipos de evaluaciones en la plataforma virtual, o en otro recurso digital que podrá ser adicionado al mundo virtual directamente como una etiqueta de imagen

o hipervínculo. Con esta estrategia el estudiante puede estar conectado con la plataforma de la Universidad vía metaverso, haciendo más dinámica la interacción con sus otros compañeros y recursos TIC dispuestos para la clase. Con este elemento, el sistema permite que se realice un feedback in situ, potenciando habilidades y destrezas encaminadas al aprendizaje.

- El metaverso actúa como un sistema de aprendizaje sincrónico y asincrónico, por lo que los recursos TIC que se instalen pueden ser consultados por parte de los estudiantes a la hora que deseen y donde estén. Por lo tanto, el profesor debe configurar los recursos TIC de evaluación individual o colectiva para que el estudiante tenga acceso a estos, tomando en cuenta que algunos van a ser consultados directamente desde el dispositivo móvil. Dicho esto, el acceso al metaverso está limitado, por lo que la consulta a los recursos TIC debe realizarse directamente desde la plataforma virtual (aprendizaje híbrido o B-Learning). Para el caso del uso de un computador, no hay restricción alguna ya que el acceso puede ser a través de la plataforma o directamente desde el mundo virtual.

- Para el caso del aprendizaje móvil (M-Learning), el uso de aplicaciones instaladas en los teléfonos

inteligentes facilita gestionar recursos digitales para el desarrollo de tareas puntuales dentro o fuera del aula de clase, que pueden ser combinados eventualmente con el mundo virtual, siempre y cuando se tenga a la mano un computador, porque hay que recordar que para entrar a este sistema se requiere del visor Singularity previamente instalado.

- El profesor puede crear varios recursos digitales (Chao et al., 2016) con el modelo “Aprender haciendo” (Learning by doing), en el que puede aprovechar la red social integrada al mundo virtual para promover diferentes tipos de ejercicios participativos.
- La integración del proceso de enseñanza-aprendizaje del aula tradicional con la tecnología, debe ser gradual y metódica por parte del profesor, ya que este último actúa como mediador, guía o facilitador que acompaña al alumno en su formación.
- Un mundo virtual permite la incorporación de diversos contenidos digitales para el aprendizaje en diferentes formatos. Por lo tanto, el límite de la creatividad está en el profesor, creando e innovando recursos TIC como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Cabe señalar, que el mundo virtual facilita la incorporación de diversos tipos

de aprendizaje, así como combinarlos, ejemplo de ello es el aprendizaje móvil con el híbrido.

- El mundo virtual se caracteriza por su persistencia, entendida en el sentido de que el entorno en el cual interactúa el estudiante seguirá existiendo y desarrollándose aun cuando no esté conectado. Dicho esto, se deben establecer reglas de convivencia digital denominadas netiquetas (Jamiai, 2019; Berry, 2019), en las cuales el uso del léxico y respeto al otro tienen que aplicarse desde el primer momento de interacción de los participantes.

- Se pueden implementar múltiples recursos digitales de aprendizaje en el mundo virtual para hacerlo mucho más rico en cuanto a interactividad e inmersión, por lo que se requiere compromiso por parte del profesor y estudiantes en sacar partido a esta herramienta tecnológica. Por lo tanto, parafraseando a Rueda et al. (2015), con los mundos virtuales se crea un espacio de diálogo propiciando un aprendizaje y enriquecimiento mutuo entre maestros y alumnos, en el cual lo interactivo, la individualidad y multiculturalidad se respetan y, al mismo tiempo, enriquecen el aprendizaje colaborativo constructivo.

- En cuanto a seguridad del metaverso, la empresa Avination donó el código de OpenSim implementando una configuración que da permiso de copiar, transferir y modificar contenidos. Sin embargo, no hay una configuración de permisos para exportar contenido a una cuadrícula porque estos se heredaron de Second Life, lo que no permite esta funcionalidad (Korolov, 2013).

Es importante señalar que una diferencia del mundo virtual desarrollado frente a proyectos similares (Gregory, 2018) es que este fue diseñado a la medida con especificaciones y necesidades propias de la Universidad de Cundinamarca, por lo tanto, se requiere pulir algunos aspectos en cuanto a la parte técnica, como la personalización de los salones virtuales para incorporar recursos TIC y que el profesor pueda gestionarlos directamente.



Conclusiones

Los mundos virtuales permiten explorar nuevas prácticas educativas basadas en modelos pedagógicos consolidados o que están en proceso de serlo, impulsados mediante las tecnologías emergentes y las TIC. La riqueza pedagógica y metodológica que engloba los mundos virtuales los hace ideales tanto para el maestro como para el alumno en cuanto a la interactividad y el manejo de recursos digitales, que pueden ajustarse a las necesidades propias de una asignatura, a lo que se suma su escalabilidad en modificar e implementar otras herramientas TIC que se requieran según sea el caso, e incluso ampliar el metaverso creando nuevas regiones, diversificando con ello su espectro de aplicaciones según necesidades académicas, investigativas o de esparcimiento.

Un aspecto para considerar a la hora de interactuar con un metaverso por parte de un maestro neófito, es que a su inicio será engorroso, sin embargo, con la interacción y práctica podrá irse adaptando a él. En este sentido, el actuar del profesor en el contexto de un mundo virtual implica que debe adquirir ciertas competencias digitales y habilidades en cuanto al uso de las TIC, tecnologías y pedagogías emergentes. Esto lleva a un cambio en la forma de abordar el proceso

de enseñanza-aprendizaje, ya que pasa de un sistema de clase magistral centrado en el maestro, a uno descentralizado, en el cual su rol se fundamenta en la innovación convirtiéndose en un guía y tutor, cuya labor se encamina en facilitar la construcción del aprendizaje en los educandos.

En cuanto al estudiante, este está más preparado para interactuar con el mundo virtual, por lo que se le facilita el manejo de los recursos digitales que se dispongan en el metaverso. De acuerdo con esto, recae en el profesor gestionar o administrar estos recursos de manera idónea, estableciendo un protocolo o unas reglas de convivencia digital. Como afirma Díaz (2013, p. 3), con un conocimiento adecuado sobre la plataforma, los estudiantes y el profesorado puede llevar a cabo un currículo único y una adaptación curricular y metodológica para todos los alumnos.

En cuanto a la aceptación del mundo virtual por parte de los estudiantes, se destaca su grado de interactividad frente a los recursos digitales y navegabilidad dentro de este, en el cual se puede explotar por parte del profesor el aprendizaje móvil e híbrido, combinados con pedagogías como la clase invertida y colaborativa, entre otras, que Márquez (2019) denomina como aprendizaje móvil híbrido invertido, propendiendo de esta manera a que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea mucho más dinámico y participativo, rompiendo con ello el paradigma de la clase magistral centrada en el profesor, e impulsándolo a adoptar un cambio de actitud y aptitud frente al trabajo e interacción con las tecnologías y pedagogías emergentes.

Aunque se han desarrollado proyectos similares en todo el mundo, aún faltan cosas por mejorar, sobre todo en la parte tecnológica y de conectividad. Para el caso particular de la Universidad de Cundinamarca, se podría sacar partido a este sistema, iniciando con elementos de adaptación tecnológica en un grupo de profesores, de tal manera que vayan adquiriendo las habilidades y competencias necesarias para dar el siguiente paso de crear aulas activas en el mundo virtual, en las que se creen cursos que se gestionen directamente por los docentes.

Para finalizar, aunque existe cierta controversia en cuanto a llevar los mundos virtuales al plano operativo y funcional, que garanticen aportes significativos al proceso de enseñanza-aprendizaje, con el proyecto desarrollado se observa que sí, tomando en cuenta que la educación en sus diferentes niveles y modalidades presenta cada vez más una mayor dependencia e interacción con la tecnología; los mundos virtuales permiten centralizar y gestionar diversos tipos de aprendizaje, por lo que abre un sinnúmero de oportunidades, en particular en las instituciones de educación superior, en las cuales la innovación metodológica y pedagógica se requiere para un mundo académico y profesional cambiante, cuyas necesidades de aprendizaje son cada vez más dinámicas y participativas.

Referencias

Álvarez, A. C. (2017). ¿Es interactiva la enseñanza en la Educación Superior? La perspectiva del alumnado. *REDU, Revista de Docencia Universitaria*, 15(2), 97-112.

Barroso, J. C. (2013). Sociedad del conocimiento y entorno digital. Teoría de la Educación. *Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14(3), 61-86.

Berry, S. (2019). Teaching to connect: Community-building strategies for the virtual classroom. *Online Learning*, 23(1), 164-183. <http://doi.org/10.24059/olj.v23i1.1425>

Castañeda, R. L, Hernández, Y. H., Bravo, B. A. y Hernández, H. A. (2019). Flipped classroom: integración TIC en el aula. En D. Márquez (Comp., Ed.), *Educación, ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo XXI*. Universidad Distrital.

Castronova, E. (2001). Virtual Worlds: A First-Hand Account of Market and Society on the

Cyberian Frontier. *CESifo Working Paper*, (618).

Chao, T., Chen, J., Star, J. R. y Dede, C. (2016). Using Digital Resources for Motivation and Engagement in Learning Mathematics: Reflections from Teachers and Students. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 2(3), 253–277. <http://doi.org/10.1007/s40751-016-0024-6>

Checa, G. F. (2011). El uso de metaversos en el mundo educativo: gestionando conocimiento en Second Life. *Revista de Docencia Universitaria*, 8(2), 147-159. <https://doi.org/10.4995/redu.2010.6200>

Collins, M. C. (2011). *Introduction to building in OpenSimulator*. Licencia Creative Commons. Fleep Tuque.

Coyne, L., Merritt, T. A., Parmentier, B. L., Sharpton, R. A. y Takemoto, J. K. (2019). El pasado, presente y futuro de la realidad virtual en la educación farmacéutica. *Revista Estadounidense de Educación Farmacéutica*, 83(3), 7456. <https://doi.org/10.5688/ajpe7456>

Davis, B. A., Bryla, K. y Benton, P. A. (2015). *Oculus Rift in Action*. Manning.

Díaz, G. V. (2013). Entornos virtuales para el desarrollo de la educación inclusiva: Una mirada hacia el futuro desde el pasado de Second

Life. *RELATEC, Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 12(2), 67-77.

Draganov, I. R. y Boumbarov, O. L. (2015). *Investigating Oculus Rift virtual reality display applicability to medical assistive system for motor disabled patients*. IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Warsaw, 751-754. <https://doi.org/10.1109/IDAACS.2015.7341403>

Escobar, G. M. (2015). *Posibilidades educativas del entorno 3D Second Life para docentes. Estudio de caso con docentes de un postgrado de la Universidad Nacional de La Plata*. Tesis de maestría, Universidad de La Plata, Argentina.

Ferguson, R., Coughlan, T., Egelanddsdal, K., Gaved, M., Herodotou, C., Hillaire, G., Jones, D., Jowers, I., Kukulska-Hulme, A., McAndrew, P., Misiejuk, K., Ness, I. J., Rienties, B., Scanlon, E., Sharples, M., Wasson, B., Weller, M. y Whitelock, D. (2019). *Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7*. Milton Keynes: The Open University.

Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S. y Orús, C. (2018). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, 547-560. <http://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050>

Gregory, S. y Wood, D. (Eds.). (2018). *Authentic Virtual World Education*. <http://doi.org/10.1007/978-981-10-6382-4>

Jamiai, A. (2019). The Role of Netiquettes in Establishing Relationships in Virtual Learning Communities. *International Journal of Language and Literary Studies*, 1(2).

Korolov, M. (2013). *Aviation, Singularity create "export" permission*. <https://www.hypergridbusiness.com/2013/03/aviation-singularity-create-export-permission/>

López, F. G. (2014). Producción del curso virtual sobre el uso del software "OpenSim" como herramienta de apoyo didáctico. *Revista de Lenguas Modernas*, (21), 347-365.

López, M. E., Llorent, G. V. y Fernández, M. E. (2013). Experiencia universitaria sobre las funciones del educador/a social con tecnologías 2.0. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (43), 1-17.

Márquez, D. J. (2013). *Nanotecnología. Ciencia a escala atómica y molecular. Ventajas y desventajas de una ciencia emergente*. Académica Española.

Márquez, D. J. (2017). Tecnologías emergentes, reto para la educación superior colombiana. *Revista Ingeniare*, (23), 35-57. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.2.2882>

Márquez, D. J. (2019). Aprendizaje móvil híbrido invertido como herramienta para la enseñanza de las matemáticas. En D. Márquez (Comp., Ed.), *Educación, ciencia y tecnologías emergentes para la generación del siglo XXI*. Universidad Distrital.

Márquez, D. J. y Morales, E. L. (2020). Realidad aumentada como herramienta de apoyo al aprendizaje de las funciones algebraicas y trascendentes. *Educación en Ingeniería*, 15(29), 34-41, <https://doi.org/10.26507/rei.v15n29.1037>

Márquez, V. I. (2010). *La simulación como aprendizaje: educación y mundos virtuales*. II Congreso Internacional Comunicación 3.0. Libro Nuevos Medios, Nueva Comunicación. Salamanca, España.

Márquez, V. I. (2011). Metaversos y educación: Second Life como plataforma educativa. *Revista ICONO14, Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*, 9(2), 151-166. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.30>

Menzinsky, A., López, G. y Palacio, J. (2016). *J. Scrum Manager. Guía de formación Versión 2.6*. Obra colectiva creada y coordinada por Iubaris Info 4 Media SL.

Naya, V. B, López, R. M. y Hernández, I. L. (2012). Metaversos formativos. Tecnologías y estudios de caso. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, 14(especial), 368-386.

Ortelt, T. R. y Ruider, E. (2017). *Virtual lab for material testing using the Oculus Rift*. 4th Experiment@International Conference (exp. at'17), Faro, 145-146. <https://doi.org/10.1109/EXPAT.2017.7984381>

Peña, A. J. B. (2014). Metaversos para el Máster Iberoamericano en Educación en Entornos Virtuales. *Revista Científica Electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 14(2), 227-248.

Rasnacis, A. y Berzisa, S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*, (104), 43–50. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>

Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R, M., Yılmaz, T. K. y Göktaş, Y. (2017). 3D Virtual learning environments in education: A meta-review. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 81-10. <http://doi.org/10.1007/s12564-016-9467-0>

Rueda, A. C., Morales, R. L, Guzmán, F. T y Godines, V. J. (2015). *Los mundos virtuales, experiencias de su aplicación en la educación superior*. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.2096.1766>

Salomoni, P., Prandi, C., Rocchetti, M., Casanova, L. y Marchetti, L. (2016). *Assessing the efficacy of a diegetic game interface with Oculus Rift*. 13th IEEE Annual Consumer Communica-

tions y Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, 387-392. <https://doi.org/10.1109/CCNC.2016.7444811>

Sosa, N. E., Salinas, J. y De Benito, B. (2017). Emerging Technologies (ETs) in Education: A Systematic Review of the Literature Published between 2006 and 2016. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 12(5), 128-149. <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i05.6939>

Sutherland, J. y Sutherland, J. J. (2018). *Scrum. El revolucionario método para trabajar el doble en la mitad del tiempo*. Ariel.

Swatz, M. y Harris, E. (2014). *OpenSimulator Interoperability with DRDC Simulation Tools. Compatibility Study*. Ottawa On, Canada, Contract Report. DRDC-RDDC-2014-C222.

Torrecilla, M. S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación/Revista Ibero-americana de Educação*, 76(1), 9-22.

Vázquez, C. E. y Sevillano, G. M. (2015). *Dispositivos digitales móviles en educación. El aprendizaje ubicuo*. Narcea, de Ediciones Madrid.

Wood, D. y Gregory, S. (2017). The affordances of virtual worlds as authentic, culturally diverse learning environments. En D. Wood y S. Grego-

ry (Ed.), *Authentic Virtual World Education. Facilitating Cultural Engagement and Creativity* (pp. 1-23). Springer.

 **Editorial**
UCundinamarca

 **UDEC**
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA