

Vol. 2

Núm. 4

Julio - Diciembre 2022

UAQ

Emprennova

Revista de Emprendimiento Tecnológico e Innovación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
SECRETARÍA DE EXTENSIÓN Y CULTURA UNIVERSITARIA
FONDO EDITORIAL UNIVERSITARIO

Coordinación de
Emprendimiento
e Incubadora de Empresas - UAQ

INCUBADORA UAQ



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca / Rectora
Dr. Javier Ávila Morales / Secretario Académico
Dr. Manuel Toledano Ayala/ Director de la Facultad de Ingeniería
Lic. José Federico de la Vega Oviedo / Director del Fondo Editorial Universitario
Dra. Ma Sandra Hernández López / Coordinadora de Emprendimiento de la Facultad de Ingeniería

EDITORA EN JEFE

Dra. Ma Sandra Hernández López

JEFE DE REDACCIÓN

Dr. Juvenal Rodríguez Reséndiz
Dra. Magdalena Mendoza Sánchez

CORRECTORES

Lic. Emilio Rodolfo Contreras Aldana
Ing. Soid Lazlo Ruiz Ramírez

DISEÑO EDITORIAL

Ing. María del Pueblito Guevara Santana

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Manuel Toledano Ayala
Dr. Juan Carlos Jáuregui Correa
Dr. Luis Alberto Morales Hernández
Dr. Carlos Andrés Pérez Ramírez
Dr. José Alberto Rodríguez Morales
Dr. Genaro Martín Soto Zarazúa
Dr. Ricardo Chaparro Sánchez
Dr. José Manuel Álvarez Alvarado
Dr. Mariano Garduño Aparicio
Dr. Juan Fernando García Trejo
Dra. Elvira Silvia Pantoja Ruíz
Dra. Claudia Gutiérrez Antonio
Dra. Magdalena Mendoza Sánchez
Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez
Mtro. Hugo Rodríguez Reséndiz
Mtro. José Luis Avendaño Juárez
Mtra. María Luisa Balderas Escamilla

CONSEJO ASESOR

Mtro. Moisés Carmona Serrano / Universidad Autónoma de Guerrero, México
Dra. Claudia Lorena Polanía Reyes / Institución Universitaria Antonio José Camacho, UNIAJC, Colombia
Dr. Remigio Marín Ibarra / Universidad Autónoma de Guerrero, México
Dra. Jorgelina Barrios de Tomasi/División de Ciencias de la Salud/Universidad de Quintana Roo

EMPRENNOVA, vol. 2, No. 4, Julio - diciembre 2022, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Querétaro, a través de la Coordinación de Emprendimiento e Incubadora de Empresas UAQ, por la Facultad de Ingeniería, Cerro de las Campanas S/N, Col. Las Campanas, Querétaro, Qro., C. P. 76010, Tel. (442)1921200 ext. 34920, <https://revistas.uaq.mx/index.php/emprennova>, incubadora@uaq.mx
Editora responsable: Ma. Sandra Hernández López. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04- 2021-090218344100-102, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Coordinación de Publicaciones Periódicas, Ivonne Álvarez Aguillón, Cerro de las Campanas S/N, Col. Las Campanas, Querétaro, Qro., C. P. 76010, fecha de última modificación: 29 de julio de 2022.

ÍNDICE

Modelos educativos y procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel superior: Una exploración conceptual.....	5
<i>Educational models and teaching learning processes in higher education: A conceptual exploration</i>	
Modelo de aprendizaje adaptativo basado en plataforma de código abierto	23
<i>Adaptive Learning Model Based on an Open-Code Platform</i>	
Conversión de residuos orgánicos en biodiésel: un enfoque sustentable	41
<i>Conversion of organic waste into biodiesel: a sustainable ap- proach</i>	
Colaboración familiar base de aprendizaje del niño y perfil emprendedor	57
<i>Family collaboration based on the child's learning and entrepreneurial profile</i>	
Efecto de la fuente de proteína dietaria sobre el cultivo de larva de mosca soldado negra	73
El desarrollo del pensamiento empresarial en estudiantes del área de tecnología de información.....	81

Modelos educativos y procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel superior: Una exploración conceptual

Educational models and teaching learning processes in higher education: A conceptual exploration

Liliana Yáñez Soria
Ricardo Chaparro Sánchez
Ma. Sandra Hernández López
Ana Marcela Herrera Navarro
Ma. Teresa García Ramírez

Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México

Recibido: 10/09/2021

Aceptado: 25/03/2022

RESUMEN

Últimamente, la educación superior ha experimentado una expansión de cobertura debida a cambios políticos, económicos y sociales aparejados con fuertes expectativas de movilidad ascendente. Esta expansión busca ofrecer a los estudiantes mejores oportunidades laborales mediante la incorporación de tecnologías educativas y modalidades no presenciales. El objetivo es identificar las percepciones sobre procesos de enseñanza aprendizaje y modelos educativos universitarios. La metodología consiste en una revisión de artículos científicos del periodo 2015-2019. Los resultados indican que las universidades han realizado esfuerzos para construir modelos adaptados a sus necesidades y recursos, en aras de mejorar la calidad de sus servicios educativos y seguir siendo pertinentes.

Palabras clave: Modelos educativos a distancia, Procesos de enseñanza aprendizaje, Educación superior, Modalidades no presenciales, Evaluación, Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

ABSTRACT

Lately, higher education has experienced a coverage expansion due to political, economic and social changes, along with strong expectations of upward mobility. This expansion seeks to provide students with better work opportunities through the incorporation of educational technologies and non-face-to-face modalities. The objective is to identify perceptions about teaching learning processes and educational modalities in higher education. Methodology implies a revision of scientific articles from 2015-2019, since the phenomenon is recent. Results show that world universities have made efforts to build

models adapted to their needs and resources, so they improve the quality of the services and stay relevant.

Keywords: Distance educational models, Teaching learning processes, Higher education, Non face-to-face modalities, Evaluation, Information and Communication Technologies (ICT).

INTRODUCCIÓN

La sociedad del conocimiento actual trae consigo una serie de cambios en la economía, cultura y sociedad globales, debido a que las oportunidades educativas generan conocimiento de excelencia, además de experiencia y experticia, para conducir un desarrollo económico que satisfaga las necesidades de los diferentes grupos sociales (Araneda-Guirrigan *et al.*, 2016; Quddus & Ahmad, 2015). Ante esta situación, en las últimas décadas, las universidades de todo el mundo se han visto sometidas a una serie de demandas políticas, económicas y educativas, a fin de mantenerse vigentes. Las estrategias para lograrlo pasan por una reformulación de objetivos, planes y programas de estudio, modalidades educativas, inclusión de tecnologías educativas y, por último, modificaciones en sus respectivas legislaciones, todo con el objetivo de aumentar la cobertura y calidad dentro de sus instituciones.

Este documento tiene como intención identificar y recopilar las percepciones y dinámicas relativas a los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de modalidades a distancia a nivel de educación superior, así como de los modelos educativos desarrollados en estas instituciones, en el periodo de los últimos cinco años; todo esto tiene la finalidad de retratar el panorama dentro de las instituciones de educación superior alrededor del mundo.

METODOLOGÍA

Esta investigación de carácter cualitativo se basa en la metodología documental conocida como *revisión sistemática*, cuyo objetivo es encontrar la frontera del conocimiento respecto a cierto tema, y marcar el punto de partida para investigaciones posteriores.

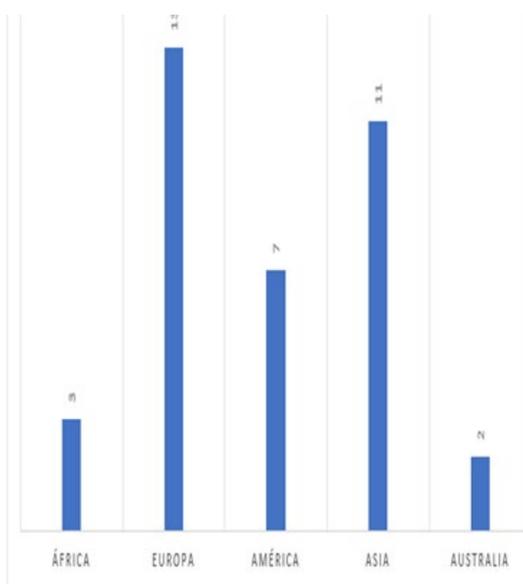
Búsqueda sistemática de artículos de investigación

Se realizó una búsqueda de artículos de investigación en dos bases de datos científicas: *Science Direct* y *Conricyt*, para recopilar información de los documentos seleccionados, así como de los autores incluidos en los mismos. La obtención de documentos se realizó desde el 2 de septiembre hasta el 2 de octubre de 2019. Se admitieron textos en español e inglés publicados desde 2015 hasta 2019. La decisión del periodo de tiempo obedece a la intención de revisar las investigaciones más recientes, debido a la naturaleza cambiante del objeto de estudio (tecnologías de la información y aprendizaje), y como un esfuerzo de describir las condiciones imperantes en el ámbito educativo hasta antes de que la pandemia irrumpiera en la realidad mundial.

Definición de criterios de inclusión y exclusión de los documentos obtenidos

La búsqueda se realizó utilizando un criterio booleano con los siguientes términos: (“Trends”) AND (“Technology mediated education”) AND (“Higher education”); en español los términos fueron (“Tendencias”), AND (“Educación mediada por la tecnología”) AND (“Educación superior”). Cabe mencionar que una revisión más detallada eliminó repeticiones o conceptos educativos ajenos al interés principal. En ambos casos se realizó un filtrado de los artículos por año (2015 a 2019) y tipo de artículo (de investigación).

En *Science Direct* se encontraron 24 artículos de investigación, 21 de ellos en inglés y 3 en español. En el buscador Conricyt se contabilizaron 14 artículos, de los cuales 9 están en español y 5 en inglés. El conjunto de ambos buscadores arrojó 38 artículos.



GRÁFICA 1. NACIONALIDAD DE LOS AUTORES DE LAS PUBLICACIONES.

Análisis y categorización

Se llevó a cabo un análisis cualitativo para conocer las percepciones manejadas dentro de los artículos revisados. Este análisis se condujo respondiendo las siguientes preguntas de investigación:

CRITERIOS CUALITATIVOS

TABLA 1. PREGUNTAS CUALITATIVAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN
¿Qué modalidades educativas manejan las IES?
¿Qué modalidades de E-A se detectan?
¿Qué tipos de evaluación se identifican a nivel superior?

Las universidades a nivel mundial son impulsadas continuamente a involucrarse en reformas educativas, políticas o económicas, por una diversidad de fuerzas que provienen de la globalización, las leyes de la oferta y la demanda, la competencia académica y la tecnología. Así, la reputación de una universidad y su desarrollo son comúnmente medidas para la mejora en la calidad de sus servicios ofrecidos. Al mismo tiempo, las universidades son responsables de entrenar profesionales adaptados a las demandas sociales y a las necesidades del mercado de trabajo actuales, una vez que logran desarrollar, rediseñar e implementar programas de aprendizaje, así como ciertas metodologías (Noaman, Ragab, & Madbouly, 2015).



GRÁFICA 2. REGIONES GEOGRÁFICAS Y MODELOS DE EA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, IMAGEN ADAPTADA DE (MAPAS DE TODOS LOS CONTINENTES: PAÍSES CON NOMBRES, EXTENSIÓN Y FRONTERAS, 2022).

¿Qué modelos educativos a distancia encontramos dentro de las IES?

Se hace un rescate y revisión de los modelos educativos de enseñanza y aprendizaje, imbuídos en un ambiente virtual o tecnológico con comunidades colaborativas. También, se recuperan entornos de aprendizaje y herramientas tecnológicas que apoyen la puesta en marcha de dichos modelos.

Aprendizaje autorregulado

Este modelo considera cinco elementos: condiciones, operaciones, productos, evaluaciones y estándares (COPEs, por sus siglas en inglés); y estos influyen colectivamente sobre procesos autorregulatorios de aprendizaje. De acuerdo con COPEs, los aprendices usan herramientas (cognitivas, digitales o físicas) para operar sobre información primaria y así construir productos. Con el fin de regular el proceso de aprendizaje, los estudiantes evalúan los productos que elaboraron y la efectividad de sus estrategias de aprendizaje, de acuerdo con estándares internos o externos (Ga *et al.*, 2016).

Aprendizaje situado (Situated learning)

Estas prácticas han ganado importancia en los últimos años, dada la necesidad de entrenar a los “profesionales del siglo XXI” capaces de colaborar y resolver problemas en diferentes situaciones. Este tipo de aprendizaje se define como un producto de la actividad, el contexto y la cultura en la que el aprendizaje es desarrollado. En un inicio fue introducido como un modelo instruccional para el aula (Pérez-San Agustín *et al.*, 2015).

Barrera del Modelo de Integración Tecnológica (Barrier to Technology Integrated Method en inglés)

Este modelo establece que las decisiones docentes al momento de incorporar tecnología a sus salones de clase pasan por dos filtros: Barreras de primer orden y de segundo orden. Las barreras de primer orden son externas a los profesores, reflejadas en el apoyo de la administración escolar y sus expectativas hacia una integración de la tecnología (Kavanoz *et al.*, 2015).

Una vez superado el umbral de la primera barrera aparece la segunda, que tiene relación únicamente con los profesores y se traduce en conocimientos y habilidades para operar ciertos dispositivos, así como integrarlos en la planeación de la clase, seleccionar y evaluar recursos digitales, además de enseñar con tecnologías. Por último, incluye las creencias y actitudes de los docentes hacia la tecnología durante la enseñanza de los contenidos programáticos, que incluye las dificultades experimentadas al usar esta tecnología (Vongkulluksn *et al.*, 2018).

Codificación dual y del aprendizaje multimedia

Ambas afirman que la gente que recibe información a través de un solo formato o canal (texto, audio o imágenes) procesa información de una manera asociativa, mientras que si la

información es presentada en un formato multimedia (todos los formatos combinados), ésta será procesada de manera referencial. En este sentido, el proceso referencial es preferible al asociativo, pues la información es recibida, procesada y almacenada en términos de producción de resultados de aprendizaje (Limperos *et al.*, 2015; Mayer & Moreno, 1998, 2002).

Ambientes de aprendizaje basados en la computadora o Computer-based learning environments (CBLE)

Auxilia en el aprendizaje de múltiples representaciones de información, para un propósito educativo específico. Este modelo confronta a los aprendices con un número de dispositivos (herramientas) para mejorar el aprendizaje y proveer una oportunidad de aprendizaje (Dias *et al.*, 2017).

Comunidad de Indagación (CoI) o (Community of inquiry en inglés)

Se deriva de la prevalencia de un aprendizaje distribuido y abierto, como parte de la creación de una comunidad relevante que produce el tejido social del aprendizaje, junto con el asunto de la pertenencia en el proceso intelectual. Es una comunidad fuerte que mejora las interacciones y relaciones basadas en el mutuo respeto y confianza, incrementando la disposición a compartir y a la colaboración (Dias *et al.*, 2017; Lave & Wenger, 1991).

De acuerdo con Vitomir (2015), el CoI es un marco que refleja cómo el principio constructivista colaborativo es aplicado en el aprendizaje en línea. En este modelo, el papel de los instructores consiste en organizar, diseñar, facilitar y alinear las actividades de aprendizaje con las metas de aprendizaje, situación definida como presencia del docente.

Una experiencia educativa efectiva dentro de una comunidad tiene lugar en la intersección de tres constructos dentro de una comunidad de aprendizaje: presencia social (SP), presencia cognitiva (SP) y presencia docente. El primero es la habilidad de los aprendices de proyectarse social y emocionalmente en la comunidad. El segundo se refiere a hasta qué punto los participantes son capaces de construir significados a través de la comunicación. Por último, el tercero incluye el diseño y administración de secuencias de aprendizaje previstas por el conocimiento docente experto (Borgobello *et al.*, 2017).

Otro constructo de los estudiantes hacia la tecnología es la autoeficacia, definida como las creencias, expectativas y confianza en las capacidades individuales de los alumnos, para organizar y ejecutar los cursos de acción requeridos en una computadora al elegir tareas más complejas, participar con mayor esfuerzo y perseverar para obtener resultados positivos de aprendizaje en el ambiente laboral, además de promover la motivación (Arrosagaray *et al.*, 2019).

Comunidad de práctica

Se refiere a un conjunto de relaciones entre personas, actividades y el mundo como una condición intrínseca para la existencia de conocimiento. También puede consistir en grupos de personas que comparten una pasión por algo que saben cómo hacer e interactúan regularmente de manera informal e involuntaria para hacerlo mejor. Esta noción tiene

raíces en el constructivismo social. La comunidad de práctica entonces es un contexto y ambiente donde un grupo de personas crea conocimiento activa y colectivamente con otros participantes (Kilis & Yildirim, 2018; Tate & Jarvis, 2017).

Existen tres componentes interrelacionados dentro de una comunidad de práctica: interés mutuo, una empresa en común y un repertorio compartido. El mutuo interés consiste en que los miembros de una comunidad de práctica se involucren en actividades significativas compartidas, clave en esta comunidad. Una empresa común es el proceso mediante el cual los miembros desarrollan relaciones colaborativas además de un sentido de pertenencia, a medida que la comunidad evoluciona hacia su consolidación interna. Un repertorio compartido se refiere a un conjunto de recursos desarrollados por los miembros como rutinas, herramientas, palabras, formas de hacer las cosas, gestos, símbolos, acciones, géneros, historias o conceptos que una comunidad adapta durante su existencia (Tate & Jarvis, 2017; Wenger, 2004).

Constructivismo social

El autor principal es el ruso Leontiev S. Vygotsky, quien señala la posibilidad de mejorar una construcción propia del conocimiento, al negociar significados con otros individuos. Esta teoría es una de las corrientes más importantes del Constructivismo, enfocada en el aspecto social del aprendizaje. Los constructivistas sociales sostienen que la interacción social permite a los aprendices construir y organizar activamente el conocimiento, al jugar un papel relevante en el proceso del desarrollo cognitivo. Así, las conexiones entre los aprendices y el contexto sociocultural en el que actúan e interactúan mediante experiencias compartidas resultan críticas para lograr el aprendizaje (Isaac *et al.*, 2019; Macleod *et al.*, 2018).

Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)

En un contexto de Aprendizaje colaborativo apoyado en la Computadora, una interacción eficiente entre el docente y los estudiantes debería ser un componente para realizar una re-actualización de calidad, así como para apoyar y motivar el interés de los estudiantes. A fin de que este modelo funcione bien, el cuerpo académico necesita desarrollar habilidades que le ayuden a satisfacer los requerimientos de su trabajo, además de comprometerse con el desarrollo personal, social y cognitivo de sus estudiantes (Hernández-Sellés *et al.*, 2019).

Adicionalmente, las instituciones de educación superior necesitan brindar materiales y condiciones para apoyar el desarrollo de propuestas efectivas de CSCL y ofrecer oportunidades de capacitación flexibles a los docentes, que les proporcionen conocimientos y habilidades para usar herramientas tecnológicas colaborativamente, así como para manejar grupos a nivel técnico, pedagógico y emocional (Hernández-Sellés *et al.*, 2019).

Ecosistema de formación para aprender a emprender (ECOFAE)

Su objeto es desarrollar comunidades profesionales de aprendizaje interconectadas, cohesionadas y autogestionables dentro de instituciones nacionales e internacionales. Es el resultado de planificar una estructura de referencia flexible y dinámica. Tiene cinco fases:

i. Planificación y diagnóstico para determinar las necesidades y el impacto de la intervención educativa, ii. Diseño del contexto de formación articulado en los espacios virtual y presencial, iii. Despliegue del modelo de aprendizaje, iv. Evaluación para la mejora y . Investigación del impacto y transferencia (Álvarez-Arregui *et al.*, 2017).

Entorno virtual de aprendizaje (EVA) o Ambiente Virtual de Aprendizaje

Es un ambiente donde se encuentran el tutor, el maestro y el estudiante para realizar intervenciones, interacciones y acciones educativas. El EVA involucra factores que provoquen en el estudiante la construcción de su propio aprendizaje, mediante acciones intencionales promovidas por los docentes y estudiantes. Usualmente las IES crean sus propios entornos de acuerdo con sus necesidades (Da Silveira Borne, 2016).

Un ejemplo de entorno es el Moodle, una plataforma para mejorar procesos educativos e incorporar instrumentos interactivos, además de construir ambientes de aprendizaje. Es un *software* abierto, gratuito y ampliamente usado, que soporta un aprendizaje en línea basado en el constructivismo social (Dias *et al.*, 2017; Seluakumaran *et al.*, 2011).

FabLab

Es un entorno pedagógico creado por el Massachusetts Institute of Technology (MIT), que lleva a los estudiantes a resolver problemas mediante la elaboración de herramientas físicas y digitales propias. Estos entornos se sustentan en tres teorías del aprendizaje: el Conductismo permite asimilar contenidos de fuentes preexistentes, el Constructivismo que desarrolla esquemas mentales para resolver retos problemas y el Conectivismo, que produce aprendizajes mediante la interacción con otras personas, enfocados en la toma de decisiones (Castaño-Garrido *et al.*, 2018).

Integración del conocimiento

Dentro del ámbito del aprendizaje de las Ciencias, se define como el proceso de incorporar nueva información dentro de un cuerpo de conocimientos ya existentes, al guiar a los estudiantes para indagar sobre los objetos de estudio. De acuerdo con esta postura, la investigación consiste en un proceso intencional de diagnóstico de un problema para generar hipótesis, criticar experimentos, planear una investigación, buscar información, construir explicaciones, debatir con colegas y construir argumentos coherentes (Raes & Schellens, 2016).

Modelo de Aceptación de la Tecnología (Technology acceptance model en inglés)

El modelo de Aceptación de la Tecnología se compone de dos factores primarios que contribuyen a la adopción de la tecnología: facilidad percibida de uso y utilidad percibida. El poder de explicación de este modelo se extiende más allá de los constructos adicionales incorporados, tales como la autoeficacia, el disfrute y la orientación hacia metas de aprendizaje. Estos constructos adicionales proveen un poder de explicación más allá del mismo modelo, para comprender mejor el uso que hacen los aprendices de los sistemas técnicos (Davis, 1989; Ga *et al.*, 2016).

Modelo de las 3 P (Three P Model en inglés)

Biggs (1993) identifica que el proceso educativo consiste en tres etapas: *presagio*, *proceso* y *producto*. Este modelo destaca la importancia de explorar las expectativas y percepciones estudiantiles apenas ingresan a la educación formal. Según Biggs (1996) y Tsiligiris (2019), las primeras etapas del modelo que son el proceso y producto educativo (resultado), se sujetarán a variables de presagio específicas, mientras que el presagio se refiere tanto al contexto estudiantil como al del docente.

El contexto del estudiante incluye conocimientos previos, expectativas, estilos de aprendizaje, motivación, valores y habilidades. Por otra parte, el contexto del profesor se compone de la estructura del curso, el currículum, la enseñanza y los métodos de evaluación. El proceso consiste en el enfoque de aprendizaje, que no es fijo sino sujeto a características contextuales de alumnos y maestros. Es decir, el enfoque de aprendizaje será el resultado de la combinación de ambos contextos. Por último, el producto es el resultado del aprendizaje, una vez agotado el proceso (J. Biggs, 1993; Tsiligiris & Hill, 2019).

En este sentido, existe una fuerte preocupación por medir resultados al final del ciclo académico o planear acciones correctivas basadas en el desempeño, aunque poca atención se ha puesto en la administración proactiva de las etapas previas del proceso con más impacto sobre el resultado educativo. En suma, la eficiencia de las prácticas de enseñanza y aprendizaje podría no conducir de forma automática a los resultados deseados, sino más bien depender de las variables individuales correspondientes a los presagios (Tsiligiris & Hill, 2019).

Procesos de enseñanza- aprendizaje en contextos educativos mediados por tecnología



GRÁFICA 3. PROCESOS DE EA MEDIADOS POR TECNOLOGÍA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, IMAGEN ADAPTADA DE (MAPAS DE TODOS LOS CONTINENTES: PAÍSES CON NOMBRES, EXTENSIÓN Y FRONTERAS, 2022).

La noción de que los procesos de enseñanza-aprendizaje tienen lugar dentro de un único espacio físico determinado (salón de clases o escuela) ha quedado obsoleta. En la actualidad se han creado una serie de alternativas basadas en la conjunción del aula con las tecnologías, junto al impulso de espacios virtuales e incluso nuevas tendencias que escapan a la educación formal, como los cursos abiertos (MOOC).

Respecto a la enseñanza en contextos universitarios, requiere reinventarse y en este sentido las tecnologías de la información ofrecen oportunidades al ser una tendencia principal la apertura y consolidación de entornos virtuales, como sustituto y/o complemento del salón de clases (Borgobello *et al.*, 2017).

Al mismo tiempo, se han posibilitado nuevos tipos de aprendizaje gracias al Aprendizaje o Pedagogía 2.0, caracterizado por enfocarse en la personalización del aprendiz, la participación y la productividad. También se sugiere que esta forma de aprendizaje empiece con el conocimiento y las prácticas adquiridas en la escuela, pero después se adecúe a un aprendizaje continuo que se extienda más allá de la educación formal (Tate & Jarvis, 2017).

Los aprendizajes derivados de la utilización de tecnologías para la información se derivan mayormente de tres perspectivas: *blended learning*, a distancia y aprendizaje colaborativo. Se hará una breve recopilación de los hallazgos de estos conceptos dentro de la literatura científica analizada.

Aprendizaje semipresencial

Al cambio de siglo surgió como una nueva tendencia dentro de los modelos de enseñanza y estilos de aprendizaje, con técnicas y tecnologías educativas diversas. El *Blended Learning* (BL) es usado comúnmente para designar la combinación intencionada de actividades realizadas de forma presencial con otras en línea, para fomentar el aprendizaje de forma que la comunicación oral (presencial) y escrita (en línea) se optimicen íntegramente, en una alternativa a la clase magistral, si consideramos las limitaciones de esta para promover la interacción, el contexto y la resolución de los problemas. Por último, es muy útil para aquellas personas que están lejos geográficamente o no pueden asistir a clases presenciales (Olelewe & Agomuo, 2016).

Los diferentes apelativos para esta modalidad surgen de la combinación de espacios presenciales y virtuales que van desde el diseño pedagógico hasta las posiciones teóricas que son su origen. Así, es posible leer sobre términos como b-learning, aulas extendidas y aprendizaje mixto, híbrido, semipresencial o bimodal (Borgobello *et al.*, 2017). El aprendizaje semipresencial aporta a futuro varias posibilidades: 1) un replanteamiento mínimo de la enseñanza; 2) el rediseño de la enseñanza en el aula; 3) la incorporación de nuevos recursos de apoyo en el aula, o 4) el rediseño total de la propuesta formativa (Castaño-Garrido *et al.*, 2018).

Educación a distancia:

Se caracteriza por el hecho de que los estudiantes no estén presentes físicamente en el mismo lugar. Así, cualquier aplicación a distancia cuenta con dos dimensiones: número de participantes (limitada o ilimitada) y dependencia de tiempo (asíncrona o sincrónica) (Fr-

yer & Bovee, 2018). Es de destacar que solo un número limitado de cursos emplea un formato sincrónico (SMOC, SSOC) que permita interacciones en tiempo real entre los estudiantes.

La educación a distancia es un fenómeno se divide en etapas coexistentes, de forma que la tecnología más reciente se convierte en la más utilizada. La primera etapa se compone de la enseñanza por correo, la segunda por la transmisión de radio y televisión. La tercera trae consigo los kits multisensoriales mediante materiales impresos y audiovisuales. La cuarta incluye las universidades abiertas y la teleconferencia. La quinta consiste en el uso y mejoramiento de la internet y la World Wide Web junto a la incorporación masiva de las TIC (Da Silveira Borne, 2016; Unesco, 2009).

Las instituciones de educación superior influyen en buenas prácticas de aprendizaje que permiten contacto entre docentes y estudiantes, cooperación estudiantil, aprendizaje activo y retroalimentación inmediata con énfasis en tiempos de tareas y comunicación con altas expectativas. Así, los aprendices aportan sus propias motivaciones, estrategias de aprendizaje, ambiciones, antecedentes culturales y situaciones de vida al contexto de aprendizaje, mientras experimentan cada situación educativa y afectan con sus acciones y elecciones las experiencias de sus compañeros, dentro de la comunidad colaborativa (Teräs, 2016).

Dentro del impacto social de las interacciones mediadas por tecnología, algunos autores destacan la relevancia de los aspectos informales, sociales y afectivos del aprendizaje en el desarrollo adecuado de proyectos colaborativos. Entonces, resulta necesario planear las interacciones y diseñar estrategias colaborativas a distancia para desarrollar aspectos cognitivos, establecer un compromiso entre los participantes y compartir una práctica educativa (Fryer & Bovee, 2018).

Aprendizaje en línea

Una de las herramientas más conocidas dentro de las modalidades descritas, consiste en un aprendizaje sustancial que tiene lugar cuando se presenta al menos una de tres interacciones: aprendiz-instructor, aprendiz-aprendiz y aprendiz-contenidos. De igual forma, utiliza dispositivos digitales como computadoras fijas o portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes para brindar instrucción a través del Internet (Fryer & Bovee, 2018).

Las estrategias y programas gubernamentales integran las ventajas de la educación en línea, entre ellas su conveniencia, flexibilidad de horarios y facilidad de acceso, lo que motiva su inclusión dentro de la tecnología educativa. Así, los estudiantes eligen entre una amplia variedad de cursos que los pone en control de su tiempo, mientras interactúan y se comunican efectivamente entre ellos. La educación en línea entonces integra a aquellos que residen fuera de las ciudades principales o no pudieron acceder a las universidades principales o al nivel superior (Aspillera, 2010; Isaac *et al.*, 2019).

Por último, Biddix (2015) destaca cuatro aproximaciones al aprendizaje: individual (estudio al ritmo propio), situado (aprendizaje en contexto), colaborativo (curso en el que se interactúa con otros) e informal (fuera de clase y a su propia conveniencia). Cada una de estas aproximaciones podría ser usada para describir una aplicación orgánica de las actividades de aprendizaje, donde los estudiantes tendrían oportunidades para crear sus propias experiencias de aprendizaje.

Procesos de evaluación dentro de sistemas educativos acompañados de tecnologías

EVALUACIÓN	
1	Definición.
2	Evaluación de la calidad de la educación superior.
3	Evaluación de la infraestructura.
4	Evaluación del aprendizaje.

Uno de los procesos más relevantes además de la enseñanza y el aprendizaje es la evaluación, por su capacidad de reflejar los procesos recorridos tanto por profesores como estudiantes, así como el resultado de dichos esfuerzos. La categoría de evaluación se desprende de un cierto enfoque educativo, pero al mismo tiempo trae consigo un determinado entorno acompañado de tecnología con sus posibles repercusiones.

La calidad de los servicios de educación superior especialmente en países en desarrollo debe ser vista como un asunto estratégico para el desarrollo social, tecnológico y el crecimiento económico. Esto evidencia la importancia de evaluar la calidad de sus programas educativos, en un momento en que el mundo se ha convertido en un espacio abierto que requiere el establecimiento de estándares de calidad para que una institución educativa sea aceptada en todo el mundo (Noaman *et al.*, 2015).

Ante ello, sería ideal identificar un modelo estándar de calidad unificado como criterio por las diversas instituciones de educación superior. En este sentido, la mayoría de las universidades han luchado por ampliar la experiencia profesional y las habilidades de su personal docente, con el fin de utilizar nuevas tecnologías dentro de sus actividades de aprendizaje de manera eficiente (Noaman *et al.*, 2015). Sin embargo, en los últimos años los estudiantes reales o potenciales han sido erigidos como clientes capaces de juzgar la calidad de sus instituciones, con implicaciones en la definición de calidad dentro de la educación superior, así como su mercantilización (Tsiligiris & Hill, 2019).

Al mismo tiempo, la calidad y funcionalidad de las TIC puede coadyuvar al crecimiento de la educación. Estos criterios de calidad son: servicio, sistema y cualidades de información. La calidad del sistema es la intensidad con la que los usuarios sintieron que los sistemas son sencillos de operar, conectar y que convierta al aprendizaje en un acto disfrutable. La calidad de la información es cuando los usuarios perciben que la información en línea es precisa, profunda, a tiempo, organizada y actualizada. Al mismo tiempo, la calidad del servicio consiste en la confianza, seguridad, capacidad de respuesta, interactividad, empatía y funcionalidad (Alsabawy *et al.*, 2016).

Otro factor para medir la calidad es la infraestructura, que incluye la evaluación de facilidades, investigaciones y plantilla docente actualizados continuamente, lo que busca mejorar la calidad de la educación y los servicios prestados. Algunos ejemplos son la presencia de proyectores en los salones, conexión a Internet, iluminación y un adecuado sistema de calefacción además de laboratorios (Noaman *et al.*, 2015).

Respecto al aprendizaje, existe el supuesto de que las tecnologías usadas en la educación dependen de la calificación obtenida, y que la evaluación es el principal motivador del

aprendizaje. Si se quiere promover un aprendizaje social y colaborativo, es necesario diseñar métodos de evaluación enfocados al aprendizaje en ambientes virtuales alineados con el paradigma constructivista de aprendizaje colaborativo, así como evaluaciones formativas que integren procesos y evaluación de pares. Así, la coevaluación y el proceso evaluativo incorporarán elementos cognitivos dirigidos a obtener un aprendizaje significativo (Hernández-Sellés *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

Los diversos modelos de aprendizaje han sido creados de acuerdo con el contexto de las universidades, que buscan mejorar la calidad de sus servicios educativos, así como ampliar su capacidad para integrar estudiantes dentro de sus programas académicos mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación, en entornos cambiantes.

Algunas de las ventajas de los modelos implican la posibilidad de replantear los paradigmas de aprendizaje existentes en las universidades, que les permitirá estar en una mejor sintonía con los retos de la realidad pandémica, además de lograr incorporar de forma orgánica a las tecnologías educativas, con un fundamento pedagógico y no solo a petición de las entidades gubernamentales o financieras.

Respecto al aprendizaje, se refiere a la obtención de aprendizajes situados (en el sentido de considerar tanto a las condiciones, operaciones como a la evaluación por parte de los mismos estudiantes de su desempeño), pero también implica un aprendizaje contextual que responda a las demandas de su comunidad, así como referencial, al procesar adecuadamente los nuevos conocimientos, lo que constituye un beneficio de la educación superior.

Las tecnologías, por su lado, también tienen un papel relevante dentro de los modelos, al establecer múltiples representaciones de información, además de promover la interacción entre el docente y los estudiantes, para un propósito educativo específico, así como facilitar la retroalimentación. En este sentido, la principal ventaja implica la extensión de la cobertura educativa, al permitir a sectores anteriormente marginados, acceder a programas universitarios.

A su vez, los entornos virtuales pedagógicos implican la presencia del tutor, el maestro y el estudiante para realizar intervenciones, interacciones y acciones educativas, para resolver problemas mediante la elaboración de herramientas físicas y digitales. Una aportación de estos entornos es la autonomía intelectual de los estudiantes, que es imprescindible para la construcción de conocimientos.

Por otro lado, las modalidades educativas adoptadas por las instituciones de educación superior son la educación a distancia, semipresencial y aprendizaje en línea, consideradas como aquellas que utilizan tecnologías educativas de forma preponderante, a nivel superior. En este punto, resulta pertinente recordar que aún no existe un criterio uniforme respecto a los significados de cada una de estas modalidades, por lo que es posible encontrar en la realidad combinaciones o fenómenos con el mismo nombre, pero con distintas dinámicas.

El fenómeno de la evaluación implica una serie de procesos que involucran al docente y los estudiantes, al reflejar las características del desempeño del alumno durante el aprendizaje, pero también se refiere a la calidad que presentan los programas académicos no presenciales a nivel superior, las tecnologías educativas utilizadas, así como los entornos virtuales. De esta forma, se busca establecer estándares de evaluación unificados.

En general, cabe mencionar la capacidad de creatividad e innovación de las diversas instituciones de educación superior, que construyen modelos educativos de acuerdo con su contexto, necesidades, recursos y objetivos de aprendizaje, así como de calidad de sus servicios. Si bien estos modelos se apoyan en conocidos paradigmas de aprendizaje, como el constructivismo y el conductismo, lo cierto es que también resulta interesante la aparición del conectivismo, cuyo origen se aparea a la utilización intensiva de tecnologías educativas en entornos mayormente no presenciales. La evaluación de procesos educativos a nivel mínimo (aprendizajes en el aula) así como en niveles superiores (certificaciones y acreditaciones de calidad a nivel superior) son más vigentes que nunca, ante las demandas y expectativas sociales, que obligan a la educación superior a estar a la altura, si se desea seguir siendo pertinentes en un mundo de cambios vertiginosos en todos los aspectos.

Las limitaciones de esta investigación radican en que se requeriría identificar investigaciones correspondientes a los últimos dos años con la aparición de la pandemia y de la Enseñanza Remota de Emergencia (ERE), para compararlos con los existentes en este documento y llegar a conclusiones nuevas, que podrían enriquecer este trabajo. Igualmente, sería pertinente continuar esta investigación, pero con la intención de potencializar y diversificar los hallazgos que pudieran identificarse a futuro.

REFERENCIAS

- Alsabawy, A. Y., Cater-Steel, A., & Soar, J. (2016). Determinants of perceived usefulness of e-learning systems. *Computers in Human Behavior*, *64*, 843–858. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.065>
- Álvarez-Arregui, E., Rodríguez-Martín, A., Madrigal-Maldonado, R., & Arreguit, X. (2017). Ecosistemas de formación y competencia mediática: Valoración internacional sobre su implementación en la educación superior. *105–114*.
- Araneda-Guirriman, C., Rodríguez-Ponce, E., Pedraja-Rejas, L., Baltazar-Martínez, C., & Soria-Lazcano, H. (2016). La gestión del conocimiento en instituciones de educación superior del norte de Chile. *Revista de Pedagogía*, *38(102)*, 13–30.
- Arrosagaray, M., González-Peiteado, M., Pino-Juste, M., & Rodríguez-López, B. (2019). A comparative study of Spanish adult students' attitudes to ICT in classroom, blended and distance language learning modes. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.016>
- Aspillera, M. (2010). What Are the Potential Benefits of Online Learning? *September 17, 2016*. <http://www.worldwidelearn.com/education-articles/benefits-of-online-learning.htm>
- Biddix, J. P., Joo, C., & Woo, H. (2015). The hybrid shift: Evidencing a student-driven restructuring of the college classroom. *Computers & Education*, *80*, 162–175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.016>
- Biggs, J. (1993). From Theory to Practice: A Cognitive Systems Approach. *Higher Education Research & Development*, *12(1)*, 73–85. <https://doi.org/doi:10.1080/0729436930120107>.
- Biggs, J. (1996). Western Misconceptions of the Confucian-Heritage Learning Culture. *En D. W. and J. Biggs (Ed.), The Chinese Learner: Cultural, Psychological and Contextual Influences*. Comparative Education Research Centre.

- Borgobello, A., Sartori, M., & Espinosa, A. (2017). Desafíos, descripciones y reflexiones acerca de la incorporación de TIC en un contexto universitario al sur del mundo. *Boletín Científico Sapiens Research*, 7(2), 39–50.
- Castaño-Garrido, C., Garay-Ruiz, U., & Themistokleous, S. (2018). De la revolución del software a la del hardware en educación superior From software to hardware revolution in higher education. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2018), 135–153.
- Da Silveira Borne, L. (2016). Tecnologías en la educación musical a distancia en contextos universitarios brasileños. *Una mirada hacia la práctica docente. Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*, 11(1). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.mavae11-1.temd>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance Technology of information. *MIS Q*, 13(3), 519–540. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2307/249008>.
- Dias, S.B., Diniz, J. A., & Hadjileontiadis, L. J. (2014). Towards an intelligent learning management system under blended learning: Trends, profiles and modelling perspectives. *En J. Kacprzyk & L. C. Jain (Eds.), Intelligent Systems Reference Library*. Springer-Verlag.
- Dias, Sofia B., Hadjileontiadou, S. J., Diniz, J. A., & Hadjileontiadis, L. J. (2017). Computer-based concept mapping combined with learning management system use: An explorative study under the self- and collaborative-mode. *Computers and Education*, 107, 127–146. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.009>
- Fryer, L. K., & Bovee, H. N. (2018). Staying motivated to e-learn: Person- and variable-centred perspectives on the longitudinal risks and support. *Computers & Education*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.006>
- Ga, D., Mirriahi, N., & Dawson, S. (2016). Effects of instructional conditions and experience on the adoption of a learning tool. *Computers in Human Behavior*, 1(14), 14. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.026>
- Hernández-Sellés, N., Pablo-César Muñoz-Carril, & González-Sanmamed, M. (2019). Computer-supported collaborative learning: An analysis of the relationship between interaction, emotional support and online collaborative tools. *Computers and Education*, 138, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.012>
- Isaac, O., Aldholay, A., Abdullah, Z., & Ramayah, T. (2019). Online learning usage within Yemeni higher education: The role of compatibility and task-technology fit as mediating variables in the IS success model. *Computers & Education*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.012>
- Kavanoz, S., Yüksel, H. G., & Özcan, E. (2015). Pre-service teachers' self-efficacy perceptions on Web Pedagogical Content Knowledge. *Computers and Education*, 85, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.005>
- Kilis, S., & Yıldırım, Z. (2018). Investigation of community of inquiry framework in regard to self-regulation, metacognition and motivation. *Computers & Education*, 126, 53–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.032>
- Kovanović, V., Gašević, D., Joksimović, S., Hatala, M., & Adesope, O. (2015). Analytics of communities of inquiry: Effects of learning technology use on cognitive presence in asynchronous online discussions. *Internet and Higher Education*, 27, 74–89. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.06.002>

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press.
- Limperos, A. M., Buckner, M. M., Kaufmann, R., & Frisby, B. N. (2015). Online teaching and technological affordances: An experimental investigation into the impact of modality and clarity on perceived and actual learning. *Computers & Education*, *83*, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.015>
- Macleod, J., Hao, H., Zhu, S., & Li, Y. (2018). Understanding students' preferences toward the smart classroom learning environment: Development and validation of an instrument. *Computers & Education*, *122*(March 2017), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.015>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2a ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, *112*, 107–119. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00018-4](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00018-4).
- Noaman, A. Y., Ragab, A. H. M., & Madbouly, A. I. (2015). Higher education quality assessment model: Towards achieving educational quality standard. *Society for Research into Higher Education*, *April*, 37–41. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1034262>
- Olewe, C. J., & Agomuo, E. E. (2016). Effects of B-learning and F2F learning environments on students' achievement in QBASIC programming. *Computers and Education*, *103*, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.012>
- Pérez-San Agustín, M., Muñoz-Merino, P. J., Alario-Hoyos, C., Soldani, X., & Delgado Kloos, C. (2015). Lessons learned from the design of situated learning environments to support collaborative knowledge construction. *Computers and Education*, *87*, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.019>
- Quddus, S. A., & Ahmad, K. I. (2015). Quality Reform in Malaysian Higher Education Governance: “Identity Formation” or “Knowledge Shopping”? *International Journal of Public Administration*, *39*(4), 1–10.
- Raes, A., & Schellens, T. (2016). The effects of teacher-led class interventions during technology-enhanced science inquiry on students' knowledge integration and basic need satisfaction. *Computers and Education*, *92–93*, 125–141. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.014>
- Seluakumaran, K., Jusof, F. F., Ismail, R., & Husain, R. (2011). Integrating an open-source course management system (Moodle) into the teaching of a first-year medical physiology course: a case study. *Advances in Physiology Education*, *35*(4), 369–377.
- Tate, N. J., & Jarvis, C. H. (2017). Changing the face of GIS education with communities of practice. *Journal of Geography in Higher Education*, *41*(3), 327–340. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1315534>
- Teräs, H. (2016). Collaborative online professional development for teachers in higher education. *Professional Development in Education*, *5257*(February). <https://doi.org/10.1080/19415257.2014.961094>

- Tsiligiris, V., & Hill, C. (2019). A prospective model for aligning educational quality and student experience in international higher education. *Studies in Higher Education, 0(0)*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1628203>
- Unesco. (2009). Padrões de Competência em TIC para Professores: marco político. *Unesco*.
- Vongkulluksn, V. W., Xie, K., & Bowman, M. A. (2018). The role of value on teachers' internalization of external barriers and externalization of personal beliefs for classroom technology integration. *Computers & Education, 118(February 2017)*, 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.009>
- Wenger, E. (2004). Knowledge management as a doughnut: Shaping your knowledge strategy through communities of practice. *Ivey Business Journal, 1–8*.

Modelo de aprendizaje adaptativo basado en plataforma de código abierto

Adaptive Learning Model Based on an Open-Code Platform

Raúl Quintanar Casillas
Universidad Autónoma de Querétaro
rquintanaro2@alumnos.uaq.mx

Ma. Sandra Hernández López
Universidad Autónoma de Querétaro
ma.sandra.hernandez@uaq.mx

Ma. Teresa García Ramírez
Universidad Autónoma de Querétaro
teregar@uaq.mx

RESUMEN

A través de la capacitación, las organizaciones e instituciones buscan potencializar las habilidades y competencias de alumnos y empleados, según el caso, con el fin de aumentar su desempeño e impactar de forma positiva el aprendizaje, la productividad o la efectividad laboral. En ese sentido, diversas organizaciones e instituciones han optado por utilizar *Learning Management Systems* (LMS), los cuales permiten que la capacitación se entregue de forma sincronizada o asincrónica y con recursos de aprendizaje actualizados. En los últimos años, los LMS han evolucionado hacia esquemas de Aprendizaje Adaptativo (AA) que se apoyan en el uso de la inteligencia artificial (IA). Varios autores han explorado el mundo de la IA en el AA desde diferentes enfoques. Estos modelos han tenido cierto grado de éxito, sin embargo, no consideran la implementación de los LMS en plataformas de código abierto que utilicen herramientas nativas para la IA, lo cual permita contar con sistemas de aprendizaje robustos, escalables, con alto desempeño y un tiempo de vida prospectado más prolongado. El presente trabajo propone un modelo de AA que se implemente en una plataforma de código abierto con herramientas IA nativas y que se verifique su efectividad a través de la simulación de diez alumnos de diferentes características.

Palabras clave: Sistemas de gestión de aprendizaje, inteligencia artificial, adaptativo

ABSTRACT

In order to increase their performance and positively influence either learning, productivity or work effectiveness both institutions and organizations, through training, are looking into enhancing skills and competencies of students and employees. Thus, various organizations and institutions have implemented *Learning Management Systems* (LMS), which allow synchronous or asynchronous training, and with updated learning resources. In recent years, LMS have evolved towards Adaptive Learning (AL) schemes supported by the

use of artificial intelligence (AI). Various authors have explored the world of AI in AL from different perspectives. These models have succeeded in certain degree; however, they do not consider the implementation of LMS in open-source platforms, which use native and full-compatible tools for AI. This allows having robust, scalable learning systems with high performance and prospected long lifetime.

This work proposes an AL model approach implemented in an open-source platform supported by native AI tools; model's performance is verified through the simulation of ten students with a variety of profiles.

Keywords: Learning management systems, artificial intelligence, adaptive

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje personalizado identifica las características individuales de los alumnos, pero deja de adaptarse al progreso continuo de la capacidad de un alumno para realizar tareas. Por su parte, el aprendizaje adaptativo se puede implementar basándose en el desempeño del estudiante sin necesidad de identificar la información personal relevante, ya que las características y preferencias individuales pueden variar con el tiempo y al afectar el progreso y el rendimiento del estudiante. Las competencias de un alumno se pueden evaluar con mayor claridad gracias a soluciones de aprendizaje adaptativo (García, 2017).

Un número creciente de investigaciones en torno al aprendizaje adaptativo han aparecido en los últimos años (Xie, Chu, Hwang & Wang, 2019). De acuerdo con la evaluación de Quintanar y Hernández (2020) de diferentes trabajos de investigación que proponen sistemas o modelos de esta naturaleza, se observa que es un común denominador de estas propuestas el contar con componentes tales como el Modelo del Alumno, el Modelo de Objeto de Aprendizaje o Dominio y el Modelo de Adaptación o Adaptabilidad.

Cabe resaltar el trabajo de Balasubramanian y Magret (2018), que propone un modelo innovador de detección del estilo de aprendizaje a través del estudio de las habilidades cognitivas útiles para el procesamiento de información como son la memoria, la concentración, la percepción y el razonamiento lógico. En este mismo se propone que el modelo del aprendizaje tenga como entrada el nivel de habilidades cognitivas del alumno con el fin de conocerlas y desarrollarlas a través de su exposición a los recursos de aprendizaje (Carrillo, Tigre, Tubón y Sánchez, 2019) diseñados en el Modelo de Objeto de Aprendizaje.

A través de una encuesta de opinión, se realizó un mapeo entre las habilidades cognitivas y los objetos de aprendizaje, es decir, se conoce el estilo de aprendizaje en relación al nivel de habilidad de los alumnos. Si bien este mapeo resulta en cierta forma eficaz para la asignación de recursos de aprendizaje, no tiene un alto grado de precisión por su carácter subjetivo, ya que se establecen estilos de aprendizaje por niveles de habilidad y no de forma individual.

Otra limitante es la del Modelo de Adaptación que utiliza Balasubramanian, ya que emplea Matlab como herramienta de Inteligencia Artificial e induce a tener una flexibilidad limitada para el diseño, implementación y, sobre todo, ejecución por el procesamiento limitado en comparación a las plataformas de código abierto que utilizan herramienta para la IA nativas como es el caso de Python. El modelo se torna complejo ya que se agrega un control difuso para asignar objetos de aprendizaje.

De acuerdo con el portal Capterra, los mejores LMS catalogados para el 2021 son los relacionados en la Tabla 1, en la cual se indica en qué plataforma de programación fueron desarrollados. Como se puede observar ninguna de los LMS usa una plataforma de código abierto que emplee herramientas para la IA de forma nativa, lo que hace complejo y en algunos casos imposible la integración de herramientas avanzadas para la IA, o bien integran componentes simples con funcionalidades limitadas.

TABLA 1. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN UTILIZADOS EN PLATAFORMAS LMS MEJOR POSICIONADAS
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN DEL PORTAL CAPTERRA (2021) Y LOS PORTALES INDIVIDUALES DE LAS PLATAFORMAS LMS MOSTRADAS.

PLATAFORMA LMS	LENGUAJE BASE DE PROGRAMACIÓN
Academy	PHP
Adobe Captive	Action Script
Chamillo	PHP
Cornerstone LMS	Javascript
Desire to Learn (D2L)	HTML y Javascript sobre .NET
Docebo	JSON
Learnupon	Ruby, JS y Perl
Lessonly	Ruby y Shell
Moodle	PHP
Teachable	Liquid
Thinkific	Liquid Javascript
Trainual	Ruby y Shell

Para solventar estas deficiencias, el presente trabajo se enfoca en usar una plataforma de código abierto que maneja de forma nativa componentes para la inteligencia artificial y que se basa en el lenguaje de programación Python y las librerías para la IA de Keras-RL y Tensorflow. Estas últimas permitirán introducir al modelo propuesto las herramientas de aprendizaje por refuerzo y redes neuronales respectivamente.

El aprendizaje por refuerzo se basa en el Proceso de Decisión de Markov, en el cual existe un agente inmerso en un ambiente dentro del cual dicho agente tiene que ejecutar acciones con el fin de lograr un objetivo (Rothman, 2018). Cada que realiza una acción, el agente pasa de un estado i a un estado $i+1$, y el ambiente le proporcionará una recompensa positiva o negativa de acuerdo con el nuevo estado en que se encuentre.

Cuando el agente logre el objetivo será porque habrá alcanzado la recompensa máxima que es producto de la suma de las recompensas obtenidas de los estados anteriores por el que el agente transitó (Alzantot, 2017). En este punto, culmina un episodio. Cabe señalar que el agente no conoce su recompensa hasta después de tomar la acción, por lo tanto debe aprender qué acciones son las que lo llevan la máxima recompensa al probar diferentes o iguales acciones en varios episodios, hasta que transite por el menor número de estados, o los que en suma le gratifiquen la máxima recompensa (Sutton y Barto, 2017).

En otro punto, una red neuronal artificial (o simplemente red neuronal) simula el comportamiento del cerebro humano, que consiste en un conjunto de unidades conectadas entre sí denominadas neuronas (Mota, Juárez y Olguín, 2018). Las neuronas se agrupan por capas y en un modelo artificial simple no se interconectan pertenecientemente a la misma capa, sino que esta interconexión se da con las neuronas de las capas adyacentes. Se da una secuencia de interconexión de manera jerárquica donde la entrada de la red se sitúa en la parte izquierda, de izquierda a derecha se apilan las capas y la salida queda en la parte derecha de la red. Cada enlace neuronal tiene asociado un peso P_i y la unidad neuronal un sesgo S_i . Los pesos se multiplican a la función matemática asociada a la unidad neuronal determinada por la entrada y se suma al sesgo. En la Figura 1 se esquematiza una red neuronal.

Los pesos y los sesgos son calculados por la red neuronal de forma automática con el fin de obtener la salida Y . Dentro del aprendizaje automático, una red neuronal tiene de inicio datos de entrenamiento, que son una muestra de entradas y sus salidas correspondientes, para determinar los pesos y los sesgos. A estas segundas se les conoce como etiquetas. Una vez entrenado el modelo, las etiquetas son omitidas y con los pesos y sesgos que la red determinó se predicen las salidas.

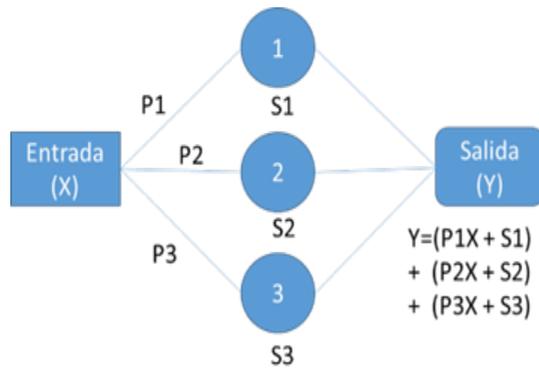


FIGURA 1. RED NEURONAL SIMPLE.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN MERCADO, PEDRAZA Y MARTÍNEZ (2015).

Con el uso de la plataforma de código abierto se hizo frente a la problemática planteada, la cual indica que “No hay un sistema LMS que esté basado en alguna plataforma de código abierto que permita el manejo transparente de librerías para la inteligencia artificial” y “No hay un modelo que realice un estudio granular de las habilidades cognitivas y los estilos de aprendizaje del alumno con el fin de brindarle un desarrollo cognitivo integral”.

El objetivo del trabajo es proponer un modelo de aprendizaje adaptativo que sea implementado en una plataforma de código abierto y que permita el uso transparente de herramientas para la inteligencia artificial a través del estudio de las habilidades cognitivas y estilos de aprendizaje del alumno. La hipótesis planteada afirma que, con un

modelo de aprendizaje adaptativo que se integró en una plataforma de código abierto basada en Python, se pueden implementar elementos de inteligencia artificial de forma más dinámica y eficiente, dotándole de una alta escalabilidad y personalización.

METODOLOGÍA

El modelo de aprendizaje adaptativo que se tomará como guía para definir la metodología es el de Balasubramanian y Magret (2018), el cual determina el estilo de aprendizaje del alumno con base en el nivel de habilidades cognitivas que son útiles para el procesamiento de información. Estas habilidades cognitivas son la memoria, la concentración, la percepción y el razonamiento lógico, cada una tiene tres niveles: bajo, medio y alto. Estos niveles corresponden a la escala taxonómica de Bloom, un nivel bajo corresponde a “recordar” y “comprender”, un nivel medio corresponde a “aplicar” y “analizar”, mientras que un nivel alto a “evaluar” y “crear”.

Balasubramanian y Magret (2018) emplean siete tipos de objetos de aprendizaje que corresponden al estilo de aprendizaje, los cuales son texto, audio, video, diagrama, gráfico, caso de estudio y simulación. Estos objetos de aprendizaje se mapean con los niveles de habilidad cognitiva mediante una encuesta de opinión y su análisis ANOVA de los resultados con el fin de conocer los objetos de aprendizaje más representativos para cada nivel de habilidad, lo que se realiza en el módulo del aprendiz. El módulo del objeto de aprendizaje contiene los recursos diseñados de enseñanza que se entregan a los alumnos. Finalmente, el módulo de adaptación integra los recursos de inteligencia artificial que le dan el carácter de adaptativo al modelo.

El presente trabajo de investigación se centra principalmente en el módulo de adaptación, empleando la técnica de aprendizaje profundo por refuerzo al aplicarse al contexto laboral, en específico a los empleados del Ayuntamiento de Huixquilucan. Para el módulo del aprendiz, se realizó una encuesta de opinión dirigida a 200 empleados, los cuales representan aproximadamente el 10 % de los servidores públicos que laboran en este lugar. En esta encuesta se le pregunta al empleado “¿Cuáles son las actividades que más le gusta realizar?”, es decir, con qué objeto de aprendizaje se identifica, y “¿en cuál de las cuatro habilidades cognitivas estudiadas se considera mejor?”.

A partir de los resultados de la aplicación de la encuesta, se clasifican a los empleados con base en la edad y la experiencia en cuatro grupos diferentes, se realiza el mapeo y análisis ANOVA antes mencionados sobre estos grupos y se establecen los objetos de aprendizaje más representativos para cada nivel de habilidad. En segundo lugar, con la información que arroja el ANOVA, se realiza el diseño del módulo de adaptabilidad que contiene tres secciones: el aprendizaje por refuerzo, la red neuronal y el agente de aprendizaje profundo.

Una vez con el diseño, se realiza la configuración del entorno del sistema que simula a los alumnos (Shawky y Badawi, 2018), la programación o desarrollo y finalmente su implementación al realizar los ajustes necesarios a la red neuronal como son la tasa de aprendizaje y la cantidad de neuronas requeridas para obtener el mejor desempeño posible. El modelo de Balasubramanian y Magret (2018) se puede observar en la Figura 2.

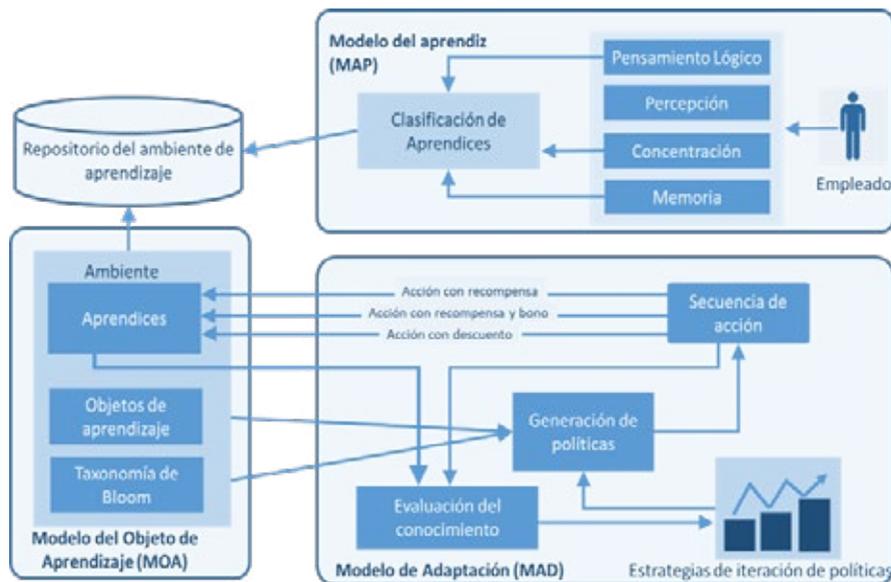


FIGURA 2. MODELO PARA LA DETECCIÓN DE HABILIDADES COGNITIVAS Y ESTILOS DE APRENDIZAJE APOYADO EN EL APRENDIZAJE ADAPTATIVO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN BALASUMBRAMANIAN Y MARGRET (2018).

RESULTADOS

Módulo del Aprendiz

Al seguir la metodología propuesta por Balasubramanian y Magret, se aplicó la encuesta de opinión a 200 sujetos de estudio, en la que se conocen los objetos de aprendizaje, con los que mejor se desempeñan, así como la percepción que tienen con respecto a sus habilidades cognitivas. Con las respuestas proporcionadas, se realizó el análisis ANOVA para obtener el peso de los objetos de aprendizaje por cada habilidad cognitiva, es decir, el porcentaje de influencia que tienen para cada habilidad cognitiva. Los resultados se muestran en las tablas 1a – 4b.

TABLA 1A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA MEMORIA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	% DE INFLUENCIA
Texto	4	18	4.5	5.66666667	21.73 %
Caso de Estudio	4	28	7	6.66666667	25.56 %
Grafico	4	13	3.25	0.25	0.96 %
Video	4	10	2.5	1	3.83 %
Audio	4	17	4.25	2.91666667	11.18 %
Simulación	4	31	7.75	9.58333333	36.74 %
Diagrama	4	4	1	0	0.00 %

TABLA 1B. RESUMEN DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA MEMORIA.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	137.85	6	22.98	6.17	0.0007521	2.57271
Dentro de los grupos	78.25	21	3.73			
Total	216.11	27				

TABLA 2A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA CONCENTRACIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	% DE INFLUENCIA
Texto	4	33	8.25	0.25	0.88 %
Caso de Estudio	4	21	5.25	4.25	15.04 %
Grafico	4	25	6.25	14.91666667	52.80 %
Video	4	12	3	5.33333333	18.88 %
Audio	4	17	4.25	0.91666667	3.24 %
Simulación	4	35	8.75	0.91666667	3.24 %
Diagrama	4	10	2.5	1.66666667	5.90 %

TABLA 2B. RESUMEN DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA CONCENTRACIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	142.21	6	23.70	5.87	0.001007464	2.572712
Dentro de los grupos	84.75	21	4.04			
Total	226.96	27				

TABLA 3A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA PERCEPCIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	% DE INFLUENCIA
Texto	4	19	4.75	5.58333333	22.26 %
Caso de Estudio	4	34	8.5	1.66666667	6.64 %
Grafico	4	17	4.25	1.58333333	6.31 %
Video	4	29	7.25	8.25	32.89 %
Audio	4	22	5.5	1.66666667	6.64 %
Simulación	4	36	9	6	23.92 %
Diagrama	4	6	1.5	0.33333333	1.33 %

TABLA 3B. RESUMEN DEL ANÁLISIS ANOVA PARA LA PERCEPCIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	166.86	6	27.81	7.76	0.00017315	2.57271164
Dentro de los grupos	75.25	21	3.58			
Total	242.107143	27				

TABLA 4A. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ANOVA PARA EL RAZONAMIENTO LÓGICO.**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

GRUPOS	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA	% DE INFLUENCIA
Texto	4	5	1.25	1.58333333	20.21 %
Caso Estudio	4	9	2.25	0.91666667	11.70 %
Grafico	4	9	2.25	1.58333333	20.21 %
Video	4	5	1.25	2.25	28.72 %
Audio	4	5	1.25	0.25	3.19 %
Simulación	4	10	2.5	1	12.77 %
Diagrama	4	5	1.25	0.25	3.19 %

TABLA 4B. RESUMEN DEL ANÁLISIS ANOVA PARA EL RAZONAMIENTO LÓGICO.**FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

ORIGEN DE LAS VARIACIONES	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	PROMEDIO DE LOS CUADRADOS	F	PROBABILIDAD	VALOR CRÍTICO PARA F
Entre grupos	8.21	6	1.37	1.22	0.3337726	2.5727116
Dentro de los grupos	23.5	21	1.12			
Total	31.71	27				

MÓDULO DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

Con los resultados del análisis ANOVA se obtienen los objetos de aprendizaje más representativos para cada habilidad cognitiva de acuerdo con su porcentaje de influencia, que puede observarse en las Tablas 1a, 2a, 3a y 4a. En la Tabla 5 se tiene el resumen del mapeo de los objetos de aprendizaje y las habilidades cognitivas.

TABLA 5. OBJETOS DE APRENDIZAJE INFLUYENTES POR CADA HABILIDAD COGNITIVA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

HABILIDAD COGNITIVA	OAI	OA2	OA3
Memoria	Simulación	Caso de Estudio	Texto
Concentración	Grafico	Video	Caso de Estudio
Percepción	Video	Simulación	Texto
Razonamiento	Video	Texto	Grafico

Se pueden establecer reglas para entregar los objetos de aprendizaje adecuados para desarrollar las habilidades cognitivas a la vez que se adquiere conocimiento en un área determinada. Al seguir la metodología de Balasubramanian y Magret, las reglas quedarían establecidas conforme a la Tabla 6. Las herramientas para la inteligencia artificial consumen muchos recursos de procesamiento y memoria de los equipos de cómputo utilizados, por lo cual se utilizó una estrategia de agrupación de objetos de aprendizaje en paquetes de aprendizaje (PA).

TABLA 6. REGLAS PARA LA ASIGNACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

SI EL USUARIO TIENE:	LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE Y SU NIVEL A ENTREGAR SON:		
Memoria baja	Simulación baja	Caso de Estudio medio	Texto alto
Memoria media	Simulación media	Caso de Estudio alto	Texto medio
Memoria alta	Simulación alta	Caso de Estudio medio	Texto bajo
Concentración baja	Gráfico bajo	Video medio	Caso de Estudio alto
Concentración media	Gráfico medio	Video alto	Caso de Estudio medio
Concentración alta	Gráfico alto	Video medio	Caso de Estudio bajo
Percepción baja	Video bajo	Simulación medio	Texto alto
Percepción media	Video medio	Simulación alto	Texto medio
Percepción alta	Video alto	Simulación medio	Texto bajo
Razonamiento bajo	Video bajo	Texto medio	Gráfico alto
Razonamiento medio	Video medio	Texto alto	Gráfico medio
Razonamiento alto	Video alto	Texto medio	Gráfico bajo

En la Figura 2 se observan los paquetes de aprendizaje, los objetos de aprendizaje contenidos y el grado de contenido (alto, medio, bajo) que se entregan a los alumnos simulados. Una vez establecidos los PA, se utilizan en el Módulo de Adaptabilidad para que el sistema con base en las reglas establecidas realice la entrega de contenidos a los estudiantes que, para efectos de esta investigación, fueron simulados.

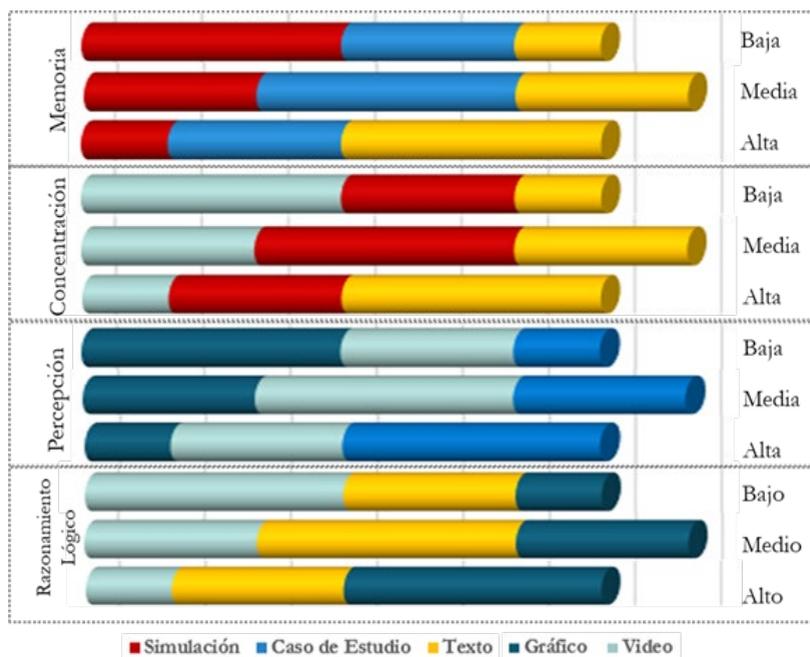


FIGURA 2. PAQUETES DE APRENDIZAJE A ENTREGAR A LOS ALUMNOS SIMULADOS.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Módulo de Adaptabilidad

Para lograr la adaptabilidad, se utiliza la técnica de aprendizaje por refuerzo, con la cual se establece al aula virtual como ambiente. En esta aula virtual conviven el agente, los objetos de aprendizaje y el alumno. El agente es el encargado de entregar los objetos de aprendizaje adecuados para el desarrollo de habilidades cognitivas y del conocimiento al alumno. Dentro del programa que se implementa en la plataforma de código abierto (*Python*), el aula virtual es una clase que contiene funciones tales como la inicialización, el paso que corresponde a la acción que se toma, y el restablecimiento al estado inicial. Al conjunto de estados en los que el agente puede estar se le llama espacio de observación (*observation space*). En la inicialización del ambiente, se definen 12 acciones que corresponden a las reglas de asignación de la Tabla 6. En las Figuras 3, 4 y 5 se observa el pseudocódigo utilizado en la configuración del ambiente que se corresponden a la inicialización, el paso o acción, y el restablecimiento cuando se inicia un nuevo episodio.

```

class AulaVirtual(Env):
    def __init__(self): # Función de inicialización
        self.action_space = Discrete(12) # Número de acciones = número de reglas
        # Espacio de Observación [Memoria, Concentración, Percepción, Razonamiento]
        # Niveles Bajo=0, Medio=1, Alto=2
        self.observation_space = [0, 0, 0, 0] -> [2, 2, 2, 2]

        estado_inicial = [0, 0, 0, 0]
        self.state = estado_inicial
        self.modulos_curso = 5 # Cinco módulos del curso

```

FIGURA 3. PSEUDOCÓDIGO DE LA DEFINICIÓN DEL AMBIENTE Y EL ESTADO INICIAL DEL AGENTE.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

```

def step(self, action): # Función paso o acción

    memoria_ant, concentracion_ant, percepcion_ant, razonamientoLogico_ant = self.state[0],[1],[2],[3]

    # Se simula la mejora de las HC de acuerdo a la entrega de OAs con base a las reglas
    if memoria_ant == 0 and action == 0: memoria_act = 1
    elif memoria_ant == 1 and action == 1: memoria_act = 2
    elif memoria_ant == 2 and action == 2: memoria_act = 2
    else: memoria_act = memoria_ant
    if concentracion_ant == 0 and action == 3: concentracion_act = 1
    elif concentracion_ant == 1 and action == 4: concentracion_act = 2
    elif concentracion_ant == 2 and action == 5: concentracion_act = 2
    else: concentracion_act = concentracion_ant
    if percepcion_ant == 0 and action == 6: percepcion_act = 1
    elif percepcion_ant == 1 and action == 7: percepcion_act = 2
    elif percepcion_ant == 2 and action == 8: percepcion_act = 2
    else: percepcion_act = percepcion_ant
    if razonamientoLogico_ant == 0 and action == 9: razonamientoLogico_act = 1
    elif razonamientoLogico_ant == 1 and action == 10: razonamientoLogico_act = 2
    elif razonamientoLogico_ant == 2 and action == 11: razonamientoLogico_act = 2
    else: razonamientoLogico_act = razonamientoLogico_ant

    # ----- Se establece el nuevo estado y se da por tomado un módulo-----
    self.state = [memoria_act, concentracion_act, percepcion_act, razonamientoLogico_act]
    self.modulos_curso -= 1

    # ----- Se establece la política de aprendizaje por refuerzo para cada HC
    if HC_act > HC_ant: reward += 1
    elif HC_act == HC_ant: reward += 0
    else: reward -= 1

    # Se verifica si el alumno tiene niveles altos
    if HC == 2: done = True
    else: done = False
    return self.state, reward, done, info

```

FIGURA 4. PSEUDOCÓDIGO DE LA DEFINICIÓN DEL AMBIENTE Y EL ESTADO INICIAL DEL AGENTE.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

```
def reset(self):
    # Resetear el estado - arreglo
    Para cada HC = 0 + random.randint(0, 1)

    # Resetear numero de módulos del curso
    self.modulos_curso = 5
    return self.state

episodios = 5 #En cada episodio el agente tiene un alumno diferente
```

FIGURA 5. PSEUDOCÓDIGO DE LA DEFINICIÓN DEL AMBIENTE Y EL ESTADO INICIAL DEL AGENTE.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La segunda sección del modelo se conforma por la red neuronal, la cual le dará al sistema el carácter de aprendizaje profundo permitiendo así mejorar su desempeño. La red para tener como entrada la clase del Aula Virtual, es decir, el ambiente, se esquematiza en la Figura 6. Esta red tiene como entradas las habilidades cognitivas y como salidas las acciones a tomar, que en este caso son las entregas de los paquetes de aprendizaje según las reglas de asignación. Se integra por dos o tres capas internas, dos densas con 81 unidades neuronales y una plana (*flatten*). En Python, con la función `model = build_model(states, actions)` se crea la red neuronal. El número de capas puede ajustarse para obtener un mejor desempeño del modelo de la red.

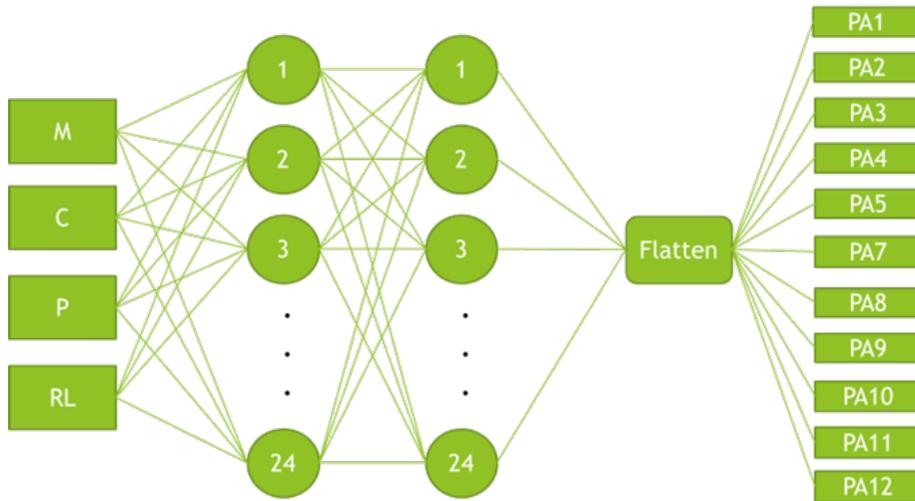


FIGURA 6. MODELO DE LA RED NEURONAL UTILIZADA EN EL MÓDULO DE ADAPTACIÓN.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En la tercer y última sección se realiza la implementación del agente con las librerías Keras RL (véase Figura 7). En esta sección del código se define la política que rige el aprendizaje del agente, la forma en que se utilizan los recursos de procesamiento del equipo de cómputo, y los parámetros de aprendizaje que utilizará el agente. Un parámetro importante es la tasa de aprendizaje (*learning rate*), la cual debe ajustarse para conseguir el mejor desempeño del agente.

```
def build_agent(model, actions):
    policy = BoltzmannQPolicy() #Se define la política que rige el aprendizaje del agente
    # Se define la forma en que se utilizan los recursos de procesamiento:
    memory = SequentialMemory(limit=10000, window_length=1)
    # Se define el agente, la red neuronal que usará, el conjunto de acciones y otros
    # parámetros de configuración ajustables
    dqn = DQNAgent(model=model, memory=memory, policy=policy,
                   nb_actions=actions, nb_steps_warmup=100, target_model_update=1000)
    return dqn
# %%
dqn = build_agent(model, actions) #Se crea el agente
# Se compila el agente con el optimizador Adam a una tasa de aprendizaje de 0.01:
dqn.compile(Adam(learning_rate=1e-2, amsgrad='true'), metrics=['mse'])
# Se realiza el entrenamiento del agente
dqn.fit(env, nb_steps=50000, visualize=False, verbose=1)
# %%
# Se prueba el desempeño del modelo a 10 episodios (alumnos)
scores = dqn.test(env, nb_episodes=10, visualize=False)
print(np.mean(scores.history['episode_reward']))
```

FIGURA 7. PSEUDOCÓDIGO DE LA DEFINICIÓN Y CREACIÓN DEL AGENTE.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En la Figura 8, se puede apreciar la salida que arroja como resultado el sistema adaptativo al simular la participación de 10 estudiantes en un curso de 5 módulos. Como antes se mencionó, cada estudiante representa un episodio distinto. En el ambiente se simula que el alumno puede obtener una mejora a una habilidad cognitiva por cada módulo del curso que toma, es decir, en un curso un máximo total de 5 mejoras que corresponde a una recompensa igual a 5. Se puede observar que las recompensas finales oscilan entre 4 y 5, lo cual indica que el sistema adaptativo está entregando en la mayoría de los casos, los paquetes de aprendizaje adecuados. La salida mostrada indica una eficiencia del 90% del sistema adaptativo.

Con algunos ajustes en el código, se puede imprimir el resultado detallado para cada alumno simulado en el que se observe su progreso conforme toma los diferentes módulos del curso. En la Figura 9 se observa el detalle del episodio 2, es decir, el alumno 2. La entrega del paquete de aprendizaje adecuado permitirá al alumno incrementar su nivel cognitivo y conocimiento. En el ejemplo se aprecia el desarrollo de un estado (Memoria baja, Concentración baja, Percepción media, Razonamiento bajo) a un estado (Memoria Media, Concentración alta, Percepción alta, Razonamiento medio).

```
Interval 5 (40000 steps performed)
10000/10000 [=====]
done, took 272.181 seconds
Testing for 10 episodes ...
Episode 1: reward: 5.000, steps: 5
Episode 2: reward: 5.000, steps: 5
Episode 3: reward: 4.000, steps: 5
Episode 4: reward: 5.000, steps: 5
Episode 5: reward: 4.000, steps: 5
Episode 6: reward: 4.000, steps: 5
Episode 7: reward: 4.000, steps: 5
Episode 8: reward: 5.000, steps: 5
Episode 9: reward: 4.000, steps: 5
Episode 10: reward: 5.000, steps: 5
```

FIGURA 8. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE 10 ESTUDIANTES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

	Nivel anterior	Objetos de aprendizaje entregados	Nivel actual
Memoria	bajo	Grafico bajo, Video med y Caso de Estudio alto	bajo
Concentración	bajo	Grafico bajo, Video med y Caso de Estudio alto	medio
Percepción	medio	Grafico bajo, Video med y Caso de Estudio alto	medio
Razonamiento Lógico	bajo	Grafico bajo, Video med y Caso de Estudio alto	bajo
	Nivel anterior	Objetos de aprendizaje entregados	Nivel actual
Memoria	bajo	Video bajo, Texto med y Grafico alto	bajo
Concentración	medio	Video bajo, Texto med y Grafico alto	medio
Percepción	medio	Video bajo, Texto med y Grafico alto	medio
Razonamiento Lógico	bajo	Video bajo, Texto med y Grafico alto	medio
	Nivel anterior	Objetos de aprendizaje entregados	Nivel actual
Memoria	bajo	Simulación baja, Caso de Estudio med y Texto alto	medio
Concentración	medio	Simulación baja, Caso de Estudio med y Texto alto	medio
Percepción	medio	Simulación baja, Caso de Estudio med y Texto alto	medio
Razonamiento Lógico	medio	Simulación baja, Caso de Estudio med y Texto alto	medio
	Nivel anterior	Objetos de aprendizaje entregados	Nivel actual
Memoria	medio	Grafico med, Video alto y Caso de Estudio med	medio
Concentración	medio	Grafico med, Video alto y Caso de Estudio med	alto
Percepción	medio	Grafico med, Video alto y Caso de Estudio med	medio
Razonamiento Lógico	medio	Grafico med, Video alto y Caso de Estudio med	medio
	Nivel anterior	Objetos de aprendizaje entregados	Nivel actual
Memoria	medio	Video med, Simulación alta y Texto med	medio
Concentración	alto	Video med, Simulación alta y Texto med	alto
Percepción	medio	Video med, Simulación alta y Texto med	alto
Razonamiento Lógico	medio	Video med, Simulación alta y Texto med	medio
Episode 2: reward: 5.000, steps: 5			

FIGURA 9. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

CONCLUSIONES

Con la implementación del modelo de aprendizaje adaptativo propuesto en un ambiente simulado, que emplea la asignación dinámica de objetos de aprendizaje contenidos en paquetes de aprendizaje para el desarrollo de las habilidades cognitivas útiles para el procesamiento de información, se puede verificar la eficiencia del modelo antes de llevarlo a un ambiente productivo.

La conformación de los paquetes de aprendizaje simplifica el número de acciones que el agente puede tomar (12), ya que en el modelo de Balasubramanian y Magret propone una acción por cada objeto de aprendizaje (7) y por cada habilidad cognitiva (4), lo que representa para el agente decidir entre 2401 acciones. Esto reduce considerablemente la ocupación de los recursos de cómputo destinados al sistema. Otra ventaja que tiene este modelo es el desarrollo de las capacidades del alumno dentro de un proceso cognitivo en un dominio determinado del conocimiento.

No obstante, la simplificación del modelo también induce una desventaja, y esta es que se deben diseñar de una mayor cantidad de recursos educativos digitales adaptativos REDA (Velandia, 2015), uno por cada regla propuesta y por cada módulo de curso. Para un curso de cinco módulos con las doce reglas establecidas se requeriría un total de 60 REDA. Por otra parte, el hecho de utilizar una plataforma de código abierto como Python tanto para el desarrollo del LMS como de las herramientas de inteligencia artificial asegura la compatibilidad entre sus módulos, la integración transparente de sus elementos y la escalabilidad hacia versiones más eficientes y de mayor alcance.

Una alternativa metodológica que también puede ser empleada es que en lugar de realizar la encuesta de opinión y el análisis ANOVA en el Módulo del Aprendizaje apliquen pruebas tipo test para cada habilidad cognitiva, donde estén embebidos en cada prueba los objetos de aprendizaje, con el fin de ponderar de forma evaluativa el nivel de habilidad detectado por cada objeto de aprendizaje definido. Esta alternativa metodológica no se emplea en la presente investigación, sin embargo, en la Figura 10 se puede observar una captura de pantalla del sistema LMS que el presente autor desarrolló para el Ayuntamiento de Huixquilucan, denominado “Huixquieduca” con los valores evaluativos de un curso para cada OA por cada HC.

Tarea/Nombre del test	Calificación Total	Puntaje Texto	Puntaje Audio	Puntaje Video	Puntaje Infografía
HC3 - Percepción	75.0	58.33	100.0	100.0	52.38
HC1 - Memoria	93.75	80.0	100.0	100.0	100.0
HC2 - Concentración	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HC4 - Razonamiento Lógico	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

FIGURA 10. CAPTURA DE PANTALLA DEL SISTEMA HUIXQUIEDUCA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los posible usos y aplicaciones del modelo propuesto son en los procesos de inducción del personal de recién ingreso en diversos tipos de organizaciones, en procesos de capacitación en organizaciones en general, para coadyuvar en el desarrollo humano y en el desarrollo organizacional, y en instituciones educativas como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

En lo que concierne a futuras investigaciones, se puede ahondar en lo referente a los estilos de aprendizaje mixtos adaptables. Si bien ya se han desarrollado estudios anteriores en los que se habla de un estilo mixto de aprendizaje basados en ya sea en el modelo de Felder y Silverman (Velandia, 2015, Qodad *et al.*, 2016, Duque, Ovalle y Carrillo, 2020, Tabares, Duque y Fabregat, 2020) o en el modelo VARK (Duque, Ovalle y Carrillo, 2020, Tabares, Duque y Fabregat, 2020), estos no abordan un enfoque de estilos de aprendizaje adaptables, de acuerdo con los objetos de aprendizaje disponibles en una organización, tal y como lo sugiere el trabajo de Balasubramanian y Magret (2018).

De aquí puede desprenderse una investigación que dé un enfoque cuantitativo de los estilos de aprendizaje mixtos con el apoyo de la lógica difusa al clasificar a los individuos mediante las funciones de membresía. Finalmente, otra investigación posible es verificar si el estilo de aprendizaje o la composición de estilos de aprendizaje varía con el tiempo, es decir, si un individuo cambia su comportamiento frente a los objetos de aprendizaje en momentos diferentes.

REFERENCIAS

- Alzantot, M. (2017, 8 de julio). Deep Reinforcement Learning Demystified (Episode 2) — Policy Iteration, Value Iteration and Q-learning. *Medium*. Recuperado de: <https://medium.com/@m.alzantot/deep-reinforcement-learning-demystified-episode-2-policy-iteration-value-iteration-and-q-978f9e89ddaa#:~:text=The%20value%20function%20represent%20how,agent%20picks%20actions%20to%20perform.> [24 de mayo de 2021]
- Balasubramanian, V. y Margret, S. (2018). Learning style detection based on cognitive skills to support adaptive learning environment – A reinforcement approach. *Ain Shams Engineering Journal*, 9, pp. 895-907. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.04.012>
- Capterra (2021) The 2021 Capterra Shortlist. *LMS Software*. <https://www.capterra.com/learning-management-system-software/#shortlist>
- Carrillo, S., Tigre, F., Túbón, E. y Sánchez, D. (2019, enero 31). Objetos Virtuales de Aprendizaje como estrategia didáctica de enseñanza aprendizaje en la educación superior tecnológica. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), pp. 287-304. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7065194>
- Duque, N., Ovalle, D. y Carrillo A. (2020, enero-abril). Sistema basado en reglas para la generación personalizada de curso virtual. *TecnoLógicas*, 23(47). <https://doi.org/10.22430/22565337.1494>
- García, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED, Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 9-25 Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331453132001>

- Mercado, D., Pedraza, L. y Martínez, E. (2015, julio-diciembre). Comparación de Redes Neuronales aplicadas a la predicción de Series de Tiempo. *PROSPECTIVA*, 13(2), 88-95. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250642011>
- Mota, C., Juárez, C. y Olguín, J. (2018) Clasificación de manzanas utilizando visión artificial y redes neuronales artificiales. *Ingeniería y Región*. 20 (2018). <https://doi.org/10.25054/22161325.1917>
- Qodad, A., Seghroucheni, Y., Al Achhab, M., El Yadari, M., El Kenz, A. y Benyoussef, A. (2016). An Adaptive Learning System based on a Job Model, the Differentiated Instruction and Felder and Silverman's Learning Styles Model. *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*. <https://doi.org/10.1109/CiSt.2016.7805100>
- Rothman, D. (2018). Artificial Intelligence by example. *Birmingham: Packt Publishing*.
- Shawky, D. y Badawi, A. (2018). A Reinforcement Learning-Based Adaptive Learning System, en A. E. Hassanien *et al.* (Eds.). International Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications, pp. 221-231. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74690-6_22
- Sokol, V., Bronin, S., Karnaukh, V. y Bilov, M. (2020, enero 17). Developing Adaptive Learning Management Application for Project Team in IT-Industry. *Bulletin of National Technical University "KHP"*. Series: System Analysis, Control and Information Technologies. 1(3), 97-105. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2020.01.17>
- Sutton, R. y Barto, A. (2017). Reinforcement Learning: An Introduction. *The MIT Press*. Boston: MA
- Tabares, V., Duque, N. y Fabregat, R. (2020, enero-abril). Raim: framework para la inclusión adaptativa en entornos educativos para todos. *TecnoLógicas*, 23(47), pp. 179-196. <https://doi.org/10.22430/22565337.1495>
- Vallejo, M. (2002). El diseño de investigación: una breve revisión metodológica. *Medigraphic*, 72(1), pp. 8-12. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/archi/ac-2002/aco21b.pdf>
- Velandia, J. (2015). Mejoras en habilidades cognitivas con el apoyo de un recurso educativo digital adaptativo. *Tesis de Maestría, Universidad de la Sabana: Colombia*. Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/22992>
- Xie, H., Chu, H., Hwang, G. y Wang, Ch. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/ personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>

Conversión de residuos orgánicos en biodiésel: un enfoque sustentable

Conversion of organic waste into biodiesel: a sustainable approach

Carlos Fernández Villascán
carlosfernandez138@gmail.com

Valeria Caltzontzin-Rabell
valeria.caltzontzinrabell@gmail.com

Sergio Iván Martínez Guido
dciq.guido@gmail.com

Araceli Guadalupe Romero-Izquierdo
irga9912@gmail.com

Claudia Gutiérrez-Antonio
Claudia.gutierrez@uaq.mx

RESUMEN

Los biocombustibles constituyen uno de los puntos clave en la recuperación económica sostenible. Particularmente, el biodiésel es uno de los más estudiados debido a su sencillo proceso de producción, así como fácil almacenamiento y transporte. La producción de biodiésel a nivel mundial se clasifica en cuatro grupos según la materia prima: los aceites vegetales (comestibles y no comestibles), las grasas animales, los aceites residuales de cocina y algunos obtenidos a partir de diferentes microorganismos. Sin embargo, aproximadamente 95 % de la producción mundial se genera a partir de aceites comestibles, lo cual impacta en la rentabilidad. Estudios recientes muestran que es posible obtener aceites de bajo costo a partir de residuos orgánicos mediante un tratamiento biológico. Por ello, en el presente trabajo se estima el potencial de la producción de biodiésel en el estado de Querétaro, considerando como materia prima residuos orgánicos.

Palabras clave: biocombustibles, biodiésel, residuos orgánicos, tratamiento biológico.

ABSTRACT

Biofuels are one of the key points for a sustainable economic recovery. In particular, biodiesel is one of the most studied due to its simple production process, as well as easy storage and transportation. In this sense, the production of biodiesel worldwide has been classified into four groups, depending on the raw material used; thus, in this classification are included vegetable oils (edible and inedible), animal fats, residual cooking oils, as well as some obtained from different microorganisms. However, approximately 95% of biodiesel production worldwide is generated from edible oils, which

impacts the profitability of this biofuel. Recent studies show that it is possible to obtain low-cost oils from organic waste, through biological treatment. Therefore, in this work the potential of biodiesel production in the state of Querétaro is estimated considering organic waste as raw material.

Keywords: biofuels, biodiesel, organic residues, biological treatment

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la sociedad enfrenta grandes retos de índole ambiental, económica y de salud. Particularmente, el cambio climático representa uno de los más grandes desafíos desde el punto de vista ambiental. A grandes rasgos, este grave problema ambiental es el resultado de la acumulación de gases de efecto invernadero, los cuales son generados por diversas actividades antropogénicas. El cambio climático se caracteriza por un aumento en la temperatura terrestre, lo cual tiene como consecuencia una alteración en los patrones climatológicos que impacta negativamente en la biodiversidad de los ecosistemas.

Por otra parte, hasta hace unos años, el consumo de los recursos naturales y el uso de combustibles, en su mayoría de origen fósil, han cimentado el desarrollo económico a nivel global. Sin embargo, datos recientes muestran que la producción de combustibles fósiles ha alcanzado su pico máximo, por lo que se prevé una menor disponibilidad, así como una inminente alza en los precios. Ante ello, las economías globales enfrentan el reto de transitar a energías que provengan de fuentes renovables. Adicionalmente, la pandemia originada por el virus SARS-COV2 ha traído consigo una serie de nuevos desafíos, los cuales se asocian principalmente al drástico cambio en los hábitos de consumo que ha modificado, y en algunos casos fracturado, las cadenas de suministro de los diferentes productos y servicios. En este contexto, la Agencia Internacional de Energía, en colaboración con el Banco Mundial, han propuesto un plan de recuperación sostenible (IEA, 2020) que consiste en la inversión en sectores clave. Dentro de ellos se incluyen la generación de energía renovable, uso eficiente de energía, desarrollo de biocombustibles y revalorización de residuos; estos dos últimos aspectos están involucrados con el enfoque de este trabajo.

Los biocombustibles se obtienen a partir de biomasa, la cual se entiende a su vez como toda materia biológica correspondiente a un ciclo corto de carbono; es decir todo material de origen biológico que se produce en semanas, meses o máximo una década. Así, los biocombustibles pueden producirse en estado líquido, sólido o gaseoso a partir de biomasa cultivable (tanto comestible como no comestible) y residual (vegetal y animal). El sector transporte emplea principalmente biocombustibles líquidos, entre los que destacan el bioetanol, biogasolina, biodiésel, bioturbosina y diésel verde. El bioetanol y la biogasolina pueden emplearse como aditivo y biocombustible, respectivamente, en motores que funcionen con gasolina de origen fósil. Por otra parte, el biodiésel y el diésel verde pueden emplearse como aditivo y biocombustible, respectivamente, en motores que operen con diésel de origen fósil. Finalmente, la bioturbosina es un combustible sustentable de aviación que puede emplearse en mezclas con un volumen máximo de 50 % con la turbosina de origen fósil.

El biodiésel es uno de los biocombustibles más estudiados por la comunidad científica, ya que su proceso de producción es relativamente sencillo. Al igual que todos los biocombustibles líquidos previamente mencionados a excepción del bioetanol, se produce mediante el procesamiento de aceites y grasas principalmente. En el caso de los aceites, éstos pueden ser comestibles y no comestibles. Sin embargo, hoy en día el uso de aceites comestibles representa un riesgo para la seguridad alimentaria. Si bien los aceites no comestibles no presentan dicha desventaja, muchos de ellos sí compiten con cultivos de origen alimenticio por tierras fértiles para su producción. Por otra parte, los aceites de microalgas pueden obtenerse en grandes cantidades en tierras no fértiles; no obstante, el costo del proceso de extracción del aceite sigue siendo elevado. Finalmente, los aceites y grasas residuales están disponibles todo el año; sin embargo, es necesario el diseño e implementación de una óptima cadena de recolección para alcanzar una mayor viabilidad. Sin importar las ventajas o desventajas de cada una de estas materias primas, es importante destacar que existe una competencia por adquirirlas, dado que son necesarias para la producción de prácticamente todos los biocombustibles del sector transporte; dicha competencia incrementará aún más el costo de las materias primas, las cuales representan cerca del 60-75 % del costo de producción del biocombustible. Por ello, resulta de gran relevancia la búsqueda de nuevas materias primas de bajo costo. En este contexto, los residuos orgánicos ricos en azúcares y almidones son abundantes, y representan una reserva importante de biomoléculas; estos restos pueden ser transformados en aceites y grasas mediante procesos biológicos sencillos, de bajo costo y con una alta tasa de conversión. En particular, el cultivo de la mosca soldado negra se ha reportado como una estrategia para la transformación eficiente de residuos orgánicos. En este cultivo, los residuos orgánicos son utilizados como alimento de los insectos, y como resultado se obtienen larvas que contienen hasta 40 % de grasas, las cuales a su vez son transformadas en biocombustibles, como el biodiésel.

En el presente trabajo se incluye información sobre la producción de biodiésel a partir de residuos orgánicos ricos en azúcares y almidones, empleando un tratamiento biológico que permita obtener triglicéridos. Primero se presenta información sobre los procesos de producción de biodiésel, y posteriormente sobre el cultivo de la mosca soldado negra. Finalmente, se estima la producción de biodiésel en el estado de Querétaro considerando los residuos orgánicos generados.

¿Cómo se produce el biodiésel?

El biodiésel está constituido químicamente por ésteres monoalquílicos de ácidos grasos obtenidos mediante una reacción de transesterificación (Rezania *et al.*, 2019); en dicha reacción, los triglicéridos presentes en los aceites o grasas reaccionan con alcoholes, esencialmente alcohol metílico y etílico, aunque también se han empleado el n-propílico como el n-butílico. La reacción de transesterificación se realiza en presencia de un catalizador, que puede ser líquido o sólido, generando así biodiésel y glicerol como productos finales (Demirbas, 2007; Kirubakaran *et al.*, 2018). En la Figura 1 se pueden observar las etapas principales de producción de biodiésel.

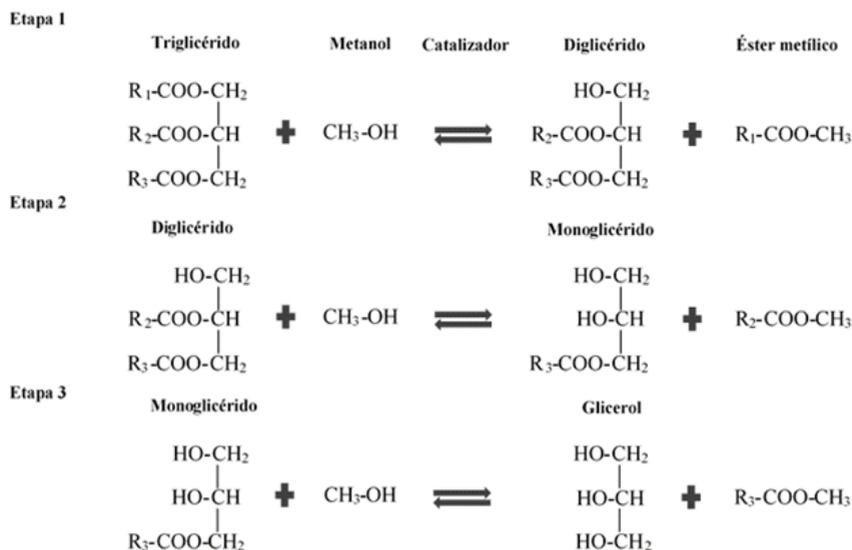


FIGURA 1. ETAPAS DE REACCIÓN DEL PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL TRABAJO DE REZANIA *ET AL.*, 2019.

El biodiésel ayuda a la conservación del medio ambiente porque mejora la combustión de ciertos hidrocarburos de 60 a 90 % (IICA, 2010), lo que incrementa la eficiencia y evita el ruido en el motor (Llanes *et al.*, 2017). De igual manera, el uso de este biocombustible brinda una mayor lubricación a los motores, aunque deben hacerse cambios de los empaques (IICA, 2007). El proceso de producción de biodiésel es sencillo, por lo que puede implementarse en zonas rurales (IICA, 2007; IICA, 2010); adicionalmente, su temperatura de inflamabilidad (100 °C) simplifica su almacenamiento y transporte (IICA, 2007). En caso de derrame, el biodiésel no contamina el agua superficial ni los mantos acuíferos (IICA, 2007). Debido a que el biodiésel no está compuesto por hidrocarburos debe emplearse en mezclas con diésel fósil; la más común es la B20 (20 % de biodiésel y 80 % de diésel en volumen); sin embargo, en Indonesia se emplea la mezcla B40, mientras que en Finlandia, Noruega y Brasil emplean mezclas B13, B10.6 y B10.3, respectivamente (Torroba, 2020).

Cabe añadir que la reacción de transesterificación puede llevarse a cabo mediante catálisis homogénea, heterogénea, enzimática, así como con la integración de fluidos supercríticos; estos tópicos serán presentados a continuación.

Catálisis homogénea

En la catálisis homogénea, el catalizador se encuentra en fase líquida, y puede tener naturaleza ácida o básica. La catálisis ácida emplea compuestos inorgánicos tales como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido sulfónico, ácido fosfórico y, en raras ocasiones, el sulfato

férrico en solución. Las reacciones de transesterificación con este tipo de catalizadores presentan grandes eficiencias de conversión de biodiésel con aceites que tengan un alto contenido de agua y ácidos grasos libres; adicionalmente, requieren temperaturas elevadas y tiempos de residencia prolongados para alcanzar una reacción completa. Asimismo, se necesita una alta relación molar entre alcohol-aceite, y debe adicionarse una base para neutralizar los efluentes y evitar la corrosión (Mathew *et al.*, 2021).

Por otra parte, en la catálisis básica se emplean diferentes álcalis fuertes, los cuales se disuelven en el alcohol para formar un alcóxido; en este tipo de catálisis se alcanzan altas conversiones de reacción (98 al 100 %) en menos tiempo, en comparación con catalizadores ácidos, y con una baja relación molar entre alcohol-aceite. Los álcalis pueden ser hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o carbonato de potasio, los cuales son de bajo costo y alta pureza. La principal desventaja de emplear hidróxido de sodio es la síntesis de agua al mezclarse con metanol, lo que provoca una reacción de saponificación; por tal motivo se requieren contenidos de 0.5 a 3 % de ácidos grasos libres en los aceites usados para que exista una reacción completa y una tasa elevada de conversión (Mathew *et al.*, 2021). En la Figura 2 se presenta el diagrama del proceso de biodiésel con catálisis homogénea.

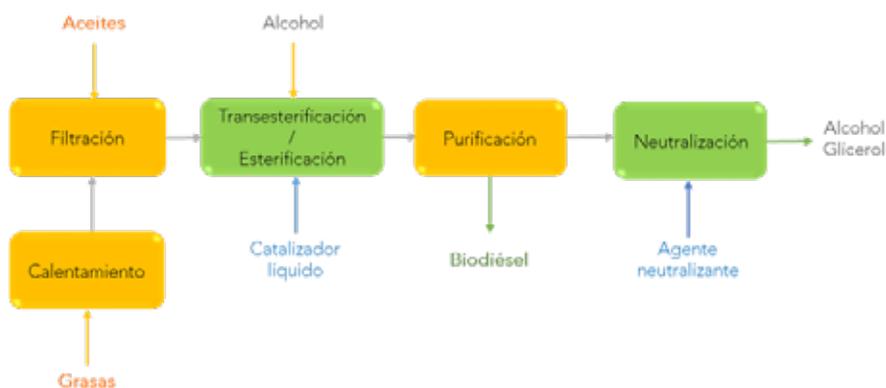


FIGURA 2. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL MEDIANTE CATÁLISIS HOMOGÉNEA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Catálisis heterogénea

De manera similar a la catálisis homogénea, en la heterogénea es posible el uso de catalizadores ácidos y básicos. La principal ventaja de una transesterificación heterogénea es que el catalizador se encuentra en estado sólido, lo que simplifica el proceso de purificación del biodiésel (Mathew *et al.*, 2021). En la catálisis básica heterogénea se emplean zeolitas, sílicas, alúminas, hidrocalcitas, óxido de calcio y óxido de magnesio, entre otros. Estos catalizadores poseen alta eficiencia en la conversión de ácidos grasos a biodiésel, dado que se realiza la reacción completa de transesterificación (Mathew *et al.*, 2021). El proceso de transesterificación empleando catálisis heterogénea se presenta en la Figura 3.

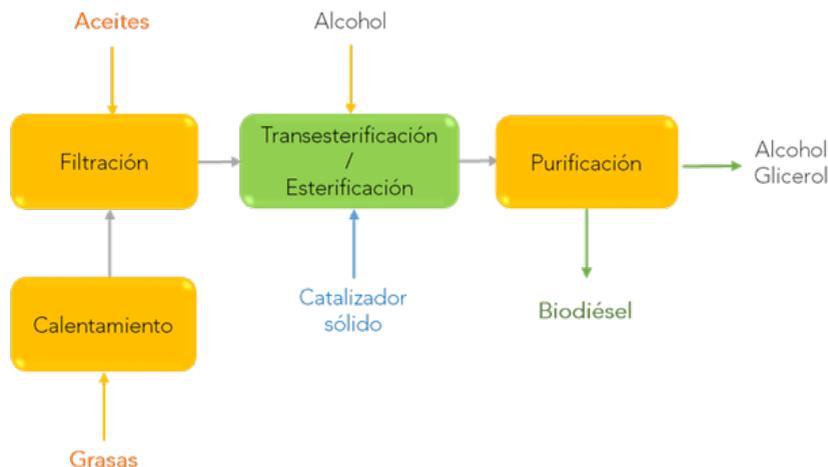


FIGURA 3. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL MEDIANTE CATÁLISIS HOMOGÉNEA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Catálisis con fluidos supercríticos

El biodiésel también puede generarse mediante reacciones con fluidos en condiciones supercríticas; este proceso tiene la ventaja de que pueden emplearse ácidos grasos con altos contenidos de agua. La temperatura y la presión se emplean para modificar las propiedades termo-físicas del fluido, y así llevar a cabo la reacción de transesterificación de forma rápida. La conversión es respetuosa con el medio ambiente, la purificación del biodiésel es más fácil y con un requerimiento energético mínimo. El fluido más empleado en condiciones supercríticas es el metanol (Figura 4); sin embargo, también se puede añadir óxido de calcio como catalizador, favoreciendo así una alta eficiencia de reacción (Mathew *et al.*, 2021), o bien se pueden usar algunos cosolventes como el propano.

Catálisis enzimática

La catálisis enzimática es otra alternativa para la producción de biodiésel que emplea enzimas llamadas lipasas, las cuales son las encargadas de la ruptura de los ácidos grasos; esto posibilita un número mínimo de etapas en el proceso de transesterificación con menos energía, como se muestra en la Figura 5 (Vignesh *et al.*, 2020; Mohiddin *et al.*, 2021). Algunas de las lipasas que se comercializan para la transformación de los triglicéridos a biodiésel son Novozyme-435, Lipozyme RM-IM, Lipozyme TL y Lipase PS-C (Mathew *et al.*, 2021). Cabe resaltar que la catálisis enzimática se realiza a temperaturas menores de 50 °C, ya que las lipasas se degradan; asimismo, la relación molar alcohol metílico/aceite debe ser menor del rango de 3:1 a 4:1, debido a que se pierde la eficiencia catalítica (Mathew *et al.*, 2021). El alcohol metílico debe ser añadido lentamente, ya que tiene alta solubilidad en los ácidos grasos, lo que provoca la desactivación de la lipasa (Vignesh *et al.*, 2020).

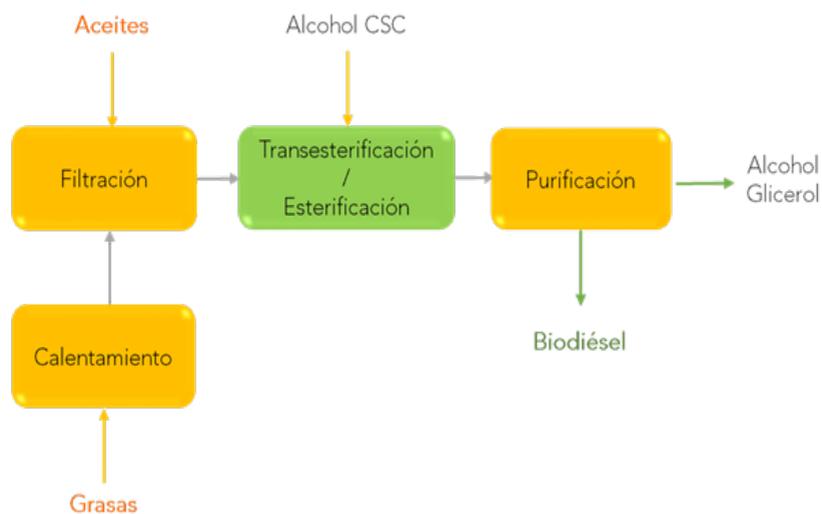


FIGURA 4. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL MEDIANTE CATÁLISIS CON ALCOHOL EN CONDICIONES SUPERCRÍTICAS (CSC).
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

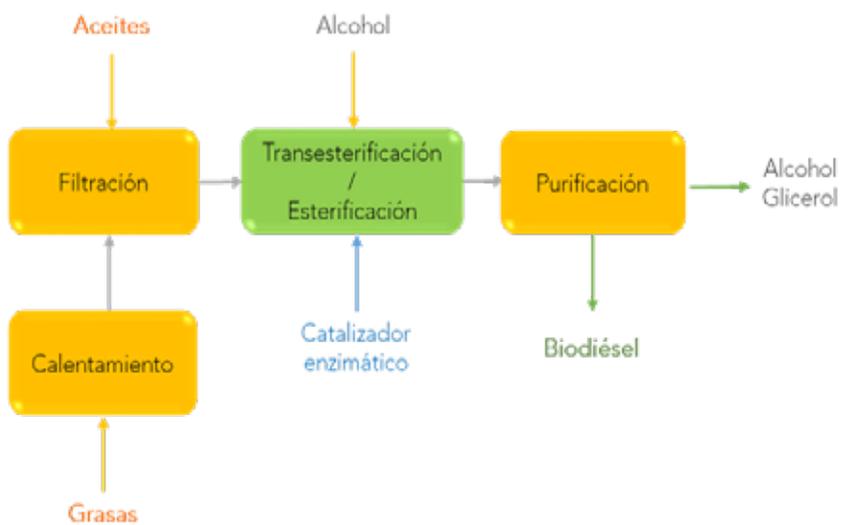


FIGURA 5. DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL MEDIANTE CATÁLISIS ENZIMÁTICA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Todos los procesos anteriormente descritos permiten generar biodiésel a partir de materias primas ricas en triglicéridos, mediante el uso de diferentes catalizadores y condiciones de operación. Sin embargo, un aspecto de gran relevancia es la calidad del biocombustible obtenido, la cual se discutirá en la siguiente sección.

¿Cuáles son las propiedades que debe cumplir el biodiésel?

Una vez producido el biodiésel, se debe asegurar que cumpla con los estándares ASTM-D6751 y EN-14214; estos estándares son los que rigen su calidad, mientras que la norma ASTM-D975 es para el diésel fósil (Atabani *et al.*, 2013). En la Tabla 1 se muestra la comparación de algunas propiedades fisicoquímicas del biodiésel, así como las del diésel con sus respectivas normas.

TABLA 1. PARÁMETROS DE CALIDAD DE BIODIÉSEL Y DIÉSEL FÓSIL RESPECTO A ESTÁNDARES INTERNACIONALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN EL TRABAJO DE ATABANI *ET AL.*, 2013.

PARÁMETRO	BIODIÉSEL				DIÉSEL	
	ASTM-D6751		EN-14214		ASTM-D975	
	NORMA	LÍMITE	NORMA	LÍMITE	NORMA	LÍMITE
Punto de inflamación (°C)	ASTM-D93	≥ 130	EN-ISO 3679	≥ 101	ASTM-D975	60 a 80
Número de cetano	ASTM-D613	≥ 47	EN-ISO 5165	≥ 51	ASTM-D4737 EN-590	46
Densidad (kg·m ⁻³ @ 15 °C)	ASTM-D1298	880	EN-ISO 3675/12185	860-900	ASTM-D1298	820 a 860
Viscosidad cinemática (mm ² ·s ⁻¹ @ 40 °C)	ASTM-D445	1.9 a 6	EN-ISO 3104	3.5 a 5	ASTM-D445	2 a 4.5
Temperatura de destilación (°C)	ASTM-D1160	360	-	-	ASTM-D86	≤ 370
Lubricidad (m)	ASTM-D6079	≤ 520	-	-	ASTM-IP450	0.00046
Glicerina total (% masa)	ASTM-D6548	≤ 0.2	EN-14105	0.25	-	-
Fósforo (%masa)	ASTM-D4951	≤ 0.001	EN-14107	≤ 0.001	-	-
Carbono (% masa)	ASTM-PS121	77	-	-	ASTM-D975	87

PARÁMETRO	BIODIÉSEL				DIÉSEL	
	ASTM-D6751		EN-14214		ASTM-D975	
	NORMA	LÍMITE	NORMA	LÍMITE	NORMA	LÍMITE
Hidrógeno (%masa)	ASTM-PSI 21	12	-	-	ASTM-D975	13
Oxígeno (%masa)	ASTM-PSI 21	11	-	-	ASTM-D975	0

El biodiésel debe cumplir con las propiedades especificadas en la Tabla 1, independientemente de la materia prima empleada para su producción. El cumplimiento de los estándares asegura que el biocombustible tendrá un adecuado desempeño, sin provocar daños a los motores de combustión interna. También es importante destacar que la disponibilidad de materias primas para la producción de biodiésel varía, por lo que es fundamental evaluar sus rendimientos. De igual manera, las condiciones de operación, así como el tipo de catálisis, deben analizarse para las diferentes materias primas, en aras de obtener los mayores rendimientos con los mínimos costos de producción.

En este contexto, se han estudiado diversas materias primas ricas en triglicéridos, cada una de ellas con diferentes conversiones; destacan el aceite de soya (93-98 %), palma (83-98 %), colza (91-98 %), girasol (81-98 %), naranja (69-99 %), *Jatropha curcas* (82-99 %), algas (96-99 %), aceite usado de cocina (89.6-99.2 %), oliva (93 %), grasas animales (94-99 %), *Camelina sativa* (97-98 %), *Pongamia pinnata* (90-98 %), higuierilla (94-95 %) (Atabani *et al.*, 2013; Ambat *et al.*, 2018; Kirubakaran *et al.*, 2018; Rezanian *et al.*, 2019; Mohiddin *et al.*, 2021). Con base en los estudios antes mencionados, se observa que los rendimientos son elevados a partir de los diferentes tipos de materias primas. Asimismo, es importante enfatizar que el uso de aceites comestibles para la producción de biodiésel afecta la seguridad alimentaria; por otra parte, si bien los aceites no comestibles no afectan de manera directa la seguridad alimentaria, sí lo hacen indirectamente al competir por tierras fértiles para su cultivo. Por ello, algunos autores se han enfocado en el aprovechamiento de aceites residuales, o bien aquellos generados por algunos microorganismos. En particular, un insumo poco estudiado lo constituyen las grasas contenidas en las larvas derivadas del cultivo de la mosca soldado negra, del cual se brindará información en la siguiente sección.

¿Cómo pueden emplearse los residuos orgánicos para producir biodiésel?

De acuerdo con la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), los residuos orgánicos se definen como cualquier material que proviene de animales o plantas, y que pueden ser degradados por microorganismos, o bien, sobras o desperdicios de cualquier organismo.

Estos residuos pueden, a su vez, separarse; por ejemplo, en residuos alimenticios, de jardín (pasto u hojas), de madera y cartón o papel (CCA, 2017).

Los restos orgánicos pertenecen a una clasificación general conocida como residuos sólidos urbanos, los materiales de desecho doméstico producidos por cada habitante en una ciudad. En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece que los residuos sólidos urbanos son responsabilidad de las autoridades municipales de cada estado del país. En promedio, en México el 46.42 % del total de residuos sólidos urbanos generados son alimentarios, de jardinería, huesos, madera y cuero, entre otros. Sin embargo, la cobertura de recolección nacional es de 83.87 %, lo que significa que casi 16 % del total generado en el país no está contabilizado.

Se ha estimado que cada mexicano produce alrededor de 944 g de residuos al día, es decir, el país genera más de 45 millones de toneladas de residuos sólidos al año; esta cifra representa alrededor de 20.9 millones de despojos orgánicos disponibles para su transformación en bioenergía. De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (DBGIR), elaborado en 2020 por la SEMARNAT, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, así como por el Banco Interamericano de Desarrollo, los estados que generan mayor cantidad de residuos sólidos urbanos son Estado de México con 16 739 ton/día, Ciudad de México con 9 552 ton/día, Veracruz con 7 813 ton/día y Guanajuato con 6 031 ton/día; Nayarit es el estado que menos genera, con sólo 1 146 ton/día. Estos datos representan, en el menor de los casos, 531.97 ton/día de residuos orgánicos generados (Nayarit). La composición de estos residuos varía según su clasificación, pero se sabe que, en general, son abundantes en polisacáridos y lignocelulosa. Debido al alto volumen en el que son generados, así como a su composición, se ha propuesto su uso para obtener energía a partir de ellos, o como materia prima para obtención de biocombustibles como el bioetanol principalmente (Alalwan *et al.*, 2019). Sin embargo, en México, la mayoría de los residuos se concentra en rellenos municipales, o simplemente se abandona, creando un problema de contaminación.

Una alternativa para la bioconversión de los residuos orgánicos es un tratamiento biológico. Específicamente, las larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (véase Figura 6) son conocidas por su capacidad para alimentarse de estiércol, residuos de cocina y lignocelulósicos, entre otros. Las larvas tienen un alto contenido de proteína y grasa (40 y 30 % respectivamente), la cual puede ser extraída y transesterificada para la producción de biodiésel (Nguyen *et al.*, 2018). La mosca soldado negra es un insecto que habita en regiones tropicales o templadas; los adultos no tienden a acercarse a los humanos, y no se conocen como vectores de enfermedades. El cultivo de este insecto resulta de interés por su eficiencia para bioconvertir residuos orgánicos, su rápida tasa de reproducción y un ciclo de vida corto. Las condiciones óptimas para la crianza de sus larvas son entre 26 y 27 °C de temperatura y 60-70 % de humedad (Kim *et al.*, 2021). Este insecto se cultiva en jaulas de vuelo, en las cuales se reproducen y depositan los huevecillos que generan las larvas. Un aspecto interesante es que este insecto no se alimenta durante su etapa adulta, tiene un sistema digestivo atrofiado; por ello, este insecto agota agua hasta su muerte. No obstante, su introducción en los ecosistemas podría representar un riesgo, por lo que debe ponerse especial cuidado en su manejo.

Respecto a su uso para la obtención de biodiésel, la cantidad y composición de ácidos grasos presentes en los lípidos dependen directamente de la composición del sustrato con el que se alimenten. De manera general, la larva contiene bajos porcentajes de ácidos grasos insaturados y altos porcentajes de ácidos grasos saturados, los cuales son los necesarios para la producción de este biocombustible (Ewald *et al.*, 2020). En la Tabla 2 se mencionan algunos estudios que han reportado la producción de biodiésel a partir del aceite de larvas de mosca soldado alimentadas con diferentes residuos orgánicos, así como los rendimientos de biodiésel obtenidos a partir del aceite.



FIGURA 6. ADULTO Y LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 2. ESTUDIOS REPORTADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE LARVAS DE MOSCA SOLDADO.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

SUSTRATO	% DE LÍPIDOS	CONVERSIÓN (%)	SELECTIVIDAD A BIODIÉSEL (%)	REFERENCIA
Digestato de residuos de pollo y paja	31.17	95.40	29.73	Elsayed <i>et al.</i> , 2020
Salvado de trigo	30.2	94.14	28.43	Nguyen <i>et al.</i> , 2018
Salvado de trigo y lipasas	32.8	92.5	30.34	Nguyen <i>et al.</i> , 2017
Residuos de restaurantes	25.4	92.9	23.6	Zheng <i>et al.</i> , 2012
Estiércol de vaca	29.9	93	27.81	Li <i>et al.</i> , 2011
Estiércol de cerdo	29.1	96	27.94	
Estiércol de pollo	30.1	93	27.99	

De la Tabla 2 se observa que los estudios reportados sobre la producción de biodiésel a partir del aceite contenido en las larvas exhiben buenas conversiones, con selectividades alrededor del 30 % hacia biodiésel. Es importante mencionar que los estudios antes reportados se realizaron en escala laboratorio, por lo que es necesario modificar este proceso a escala industrial. El principal reto de esto se encuentra en el cultivo de los insectos, ya que la extracción de aceite y su procesamiento son operaciones bien conocidas en escala industrial. Un aspecto relevante en la extracción de aceite es el uso de procesos mecánicos o con dióxido de carbono en condiciones supercríticas; lo anterior con el fin de usar el residuo de la extracción para aplicaciones en alimentos de consumo animal.

Potencial de producción de biodiésel a partir de residuos orgánicos en el estado de Querétaro

Querétaro contribuye con el 2.3 % del Producto Interno Bruto (PIB) nacional; es el estado número 22 en términos de población y el 27 en territorio nacional. Anualmente, la entidad genera 804 899 toneladas de residuos sólidos urbanos, de las cuales aproximadamente 418 547 son orgánicas. Adicionalmente, se generan 1 623 968 toneladas anuales de residuos por cultivos agrícolas, siendo el maíz forrajero, el maíz en grano y la alfalfa los que mayor cantidad de residuos reportan (48 %, 28 % y 12 % respectivamente). A pesar de que Querétaro no posee la mayor extensión geográfica o el mayor número de habitantes, sí contribuye anualmente con más de 2 millones de toneladas de residuos que pueden ser integrados a cadenas de valor en las cuales sea posible prolongar su ciclo de vida.

Una de las alternativas de manejo de residuos, incluyendo los orgánicos, son los rellenos sanitarios (o de disposición final), muchos de los cuales no se encuentran regulados. Bajo este contexto, la biotransformación de los residuos orgánicos mediante el cultivo de mosca soldado es una alternativa interesante que permitiría generar aceites y otros productos de valor agregado. La conversión de todos los residuos orgánicos del estado posibilitaría una producción anual de 1 53 738 toneladas de biodiésel puro. No obstante, dado que el biodiésel se usa en mezclas (siendo la B20 una de las más comunes) podrían generarse 768 688 t de B20 para abastecer el 7.11 % de la demanda nacional de diésel fósil, o bien el 14.22 % de dicha demanda considerando una mezcla B10.

En términos de emisiones de CO₂, se generarían 1 844 toneladas anuales por el uso de larva de mosca soldado negro como medida de manejo de residuos orgánicos; este valor representa el 1.2 % del total de emisiones que se generarían por cada tonelada de residuos orgánicos no tratada. Adicionalmente, las emisiones asociadas con la producción de una tonelada de aceite de larva son 83.3 % menores que las asociadas en la producción de una tonelada de aceite o grasa residual de otro tipo. Por otra parte, la producción de 1 53 738 toneladas anuales de biodiésel puro se asociaría a la liberación de 86 400 toneladas de CO₂. Empero, el uso del aceite de larva como materia prima para la producción de biodiésel permite reducir en 41 % y 78 % las emisiones de dióxido de carbono asociadas a la producción de biodiésel a partir de aceite residual de cocina y aceite de soya, respectivamente.

En la Tabla 3 se presentan las emisiones de dióxido de carbono que resultan de la producción de biodiésel a partir de diferentes materias primas. Puede observarse que el aceite

de larva de mosca soldado presenta el menor valor de emisiones asociadas a su generación. Este punto repercute también en las emisiones totales de la producción de biodiésel, que inclusive son menores a las reportadas para la generación de este biocombustible a partir de residuos.

TABLA 3. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO RESULTANTES DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE DIFERENTES MATERIAS PRIMAS.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

	EMISIONES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (KG CO ₂ /T)	EMISIONES TOTALES ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL (KG CO ₂ /T)
Aceite de cocina residual	72	956
Grasas animales	72	956
Aceite de soya	1031	2654
Aceite de palma	1031	2654
Aceite de larva de mosca soldado	12	562

CONCLUSIONES

El desarrollo de procesos para la producción de biocombustibles es necesario para contribuir a la recuperación sostenible de los diferentes sectores económicos. El biodiésel es uno de los biocombustibles más estudiado; se han explorado diversas materias primas para su producción, las cuales incluyen aceites y grasas, tanto comestibles como no comestibles y residuales. Una materia prima de reciente introducción para la producción de este combustible orgánico es el aceite contenido en las larvas de mosca soldado, un insecto que se alimenta con residuos orgánicos. Los resultados muestran que, considerando los residuos orgánicos generados en el estado de Querétaro, es posible producir 1 53 738 toneladas de biodiésel puro, derivadas de la revalorización de más de 2 millones de toneladas de residuos; asimismo, es posible reducir hasta en un 78 % las emisiones de dióxido de carbono en comparación con la producción de biodiésel a partir de aceite de soya.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico brindado por el Conacyt, mediante las becas de Valeria Caltzontzin Rabell, Araceli Guadalupe Romero Izquierdo y Carlos Fernández Villascán, así como a la SEP, mediante la beca otorgada a través de PRODEP para Sergio Iván Martínez Guido.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambat, I., Srivastava, V. & Sillanpää, M. (2018). Recent advancement in biodiesel production methodologies using various feedstock: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 356–369.
- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., Badruddin, I. A. & Fayaz, H. (2013). Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 211–245.
- Demirbas, A. (2007). Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy policy*, 35(9), 4661–4670.
- IEA. (2020). International Energy Agency. *Sustainable Recovery Plan*. <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery>
- IICA. (2007). Recursos energéticos-biocarburantes: Preguntas y respuestas más frecuentes sobre biocombustibles. *www.iica.int*.
- IICA. (2010). Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles: Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel. *www.iica.int*.
- Kirubakaran, M. & Arul Mozhi Selvan, V. (2018). A comprehensive review of low cost biodiesel production from waste chicken fat. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 390–401.
- Llanes Cedeño, E. A., Rocha-Hoyos, J., Salazar Alvear, P. & Medrano Barboza, J. (2017). Producción e impacto del biodiesel: Una revisión. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 59-76.
- Mathew, G. M., Raina, D., Narisetty, V., Kumar, V., Saran, S., Pugazhendhi, A., Sindhu, R., Pandey, A. & Binod, P. (2021). Recent advances in biodiesel production: Challenges and solutions. *Science of The Total Environment*, 794, 148751.
- Mohiddin, M. N. B., Tan, Y. H., Seow, Y. X., Kandedo, J., Mubarak, N. M., Abdullah, M. O., Chan, Y. S. & Khalid, M. (2021). Evaluation on feedstock, technologies, catalyst and reactor for sustainable biodiesel production: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 98, 60–81.
- Rezania, S., Oryani, B., Park, J., Hashemi, B., Yadav, K. K., Kwon, E. E., Hur, J. & Cho, J. (2019). Review on transesterification of non-edible sources for biodiesel production with a focus on economic aspects, fuel properties and by-product applications. *Energy Conversion and Management*, 201, 112155.
- SEMARNAT (2016). Residuos sólidos urbanos: la otra cara de la basura. *SEMARNAT*, 1-16. Sitio web (Consultado 29/11/2021): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39412/RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_-_ENCARTE.pdf.
- SEMARNAT (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos. *SEMARNAT*, 1-274. Sitio web (Consultado 29/11/2021): <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>.
- Torroba, A. (2020). Atlas de biocombustibles líquidos 2019-2020. *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)*.

- Vignesh, P., Pradeep Kumar, A. R., Shankar Ganesh, N., Jayaseelan, V., Sudhakar, K. (2020). A review of conventional and renewable biodiesel production, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 27(8).
- Comisión para la Cooperación Ambiental (2017). “Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético”, Montreal, 52 pp.
- Alalwan H. A., Alminshid A. H. & Aljaafari H. A. S. (2019). “Promising evolution of biofuel generations”. *Subject review. Renewable Energy Focus*, 28:127-139.
- Nguyen H. C., Liang S. H., Li S. Y., Su C. H., Chien C. C., Chen Y. J. & Huong D. T. M. (2018). “Direct transesterification of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for biodiesel production”. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 1-5.
- Kim C. H., Ryu J., Lee J., Ko K., Lee J. Y., Park K. Y. & Chung H. (2021). “Use of Black Soldier Fly Larvae for Food Waste Treatment and Energy Production in Asian Countries: A Review”. *Processes*, 9, 161.
- Ewald N., Vidakovic A., Langeland M., Kiessling A., Sampels S. & Lalander C. (2020). “Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) –Possibilities and limitations for modification through diet”. *Waste Management* 102, 40–47.
- Elsayed M., Ran Y., Ai P., Azab M., Monsour A., Jin K., Zhang Y. & Abomohra A. E. F. (2020). “Innovative integrated approach of biofuel production from agricultural wastes by anaerobic digestion and black soldier fly larvae”. *Journal of Cleaner Production* 263, 121495.
- Nguyen H. C., Liang S. H., Doan T. T., Su C. H. & Yang P. C. (2017). “Lipase-catalyzed synthesis of biodiesel from black soldier fly (*Hermetia illucens*): Optimization by using response surface methodology”. *Energy Conversion and Management* 145, 335–342.
- Zheng L., Li Q., Zhang J. & Yu Z. (2012). “Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production”. *Renewable Energy* 41, 75-79.
- Li Q., Zheng L., Cai H., Garza E., Yu Z. & Zhou S. (2011). “From organic waste to biodiesel: Black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible”. *Fuel* 90, 1545-1548.

Colaboración familiar: base de aprendizaje del niño y perfil emprendedor

Family collaboration: basis for the child's learning and entrepreneurial profile

Florencia Pérez Díaz

Instituto de Estudios Superiores de Progreso de Obregón de Hidalgo (IESPOH)

ORCID: 0000-0001-7021-5304

Diana Candy Diaz Mascorro

Instituto de Estudios Superiores de Progreso de Obregón de Hidalgo (IESPOH)

ORCID: 0000-0002-7747-0604

RESUMEN

El propósito de este artículo es describir la importancia de la colaboración familiar en el aprendizaje del niño y para configurar el perfil de un emprendedor. La metodología se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo de tipo exploratorio y descriptivo. Se aplicó un muestreo a expertos con el fin de explicar el fenómeno desde diferentes opiniones de especialistas en la educación; asimismo, se recopilaron muestras diversas de máxima variación por medio de entrevistas semiestructuradas a madres de familia. Se encontró que la participación de los padres en el trabajo escolar repercute de manera no sólo numérica sino emocional en los niños. Esta participación se apreció en las entrevistas con las madres de familia cuando narraron las actividades que realizaban para apoyar a sus hijos en las tareas, es decir, el rito de la tarea.

Palabras clave: Familia, colaboración, aprendizaje, emprendedor, niño.

ABSTRACT

This paper describes the importance of family collaboration in a child's education, as well as for setting up the profile of an entrepreneur. The methodology has a qualitative approach of description and exploration. The data collected includes surveys of specialists in education and semistructured interviews with family mothers. The results show that parental involvement in school work has an impact on children, not only quantitatively, but also emotionally. This participation was visible during the interviews with mothers when they described the activities they carry out to help their children with their homework; i.e., the ritual of the task.

Keywords: Family, collaboration, learning, entrepreneur, child.

INTRODUCCIÓN

La implicación familiar es la parte más importante en el desarrollo escolar del niño; Moreno (2010) lo describió con seis tipos de implicaciones escuela-familia-comunidad, consideradas con mayor relevancia para el aprendizaje dentro del aula, las cuales favorecen la relación afectiva entre escuelas y familia:

Ejercer como padres: fomentar un ambiente en casa que apoye a los niños en su entorno escolar.

Comunicación: diseñar e implementar formas efectivas de doble comunicación.

Voluntariado: para organizar y apoyar la labor en el aula, el centro y las actividades de los alumnos.

Aprendizaje en casa: proveer información, sugerencias y oportunidades a las familias acerca de cómo ayudar a sus hijos en casa, en el trabajo escolar.

Toma de decisiones: participar en los órganos del gobierno de la escuela.

Colaborar con la comunidad: identificar e integrar recursos y servicios de la comunidad para apoyar a las escuelas, a los alumnos y a sus familias.

El rendimiento escolar de los niños tiene que ver con las características socioeconómicas, cultura y educación de la familia, el clima y funcionamiento del hogar, y la implicación de los padres en la educación de sus hijos. Se detectó que los padres ejercen la mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes; en otras palabras, el entorno familiar es el principal predictor del rendimiento académico del alumno. Por otra parte, la percepción de los padres se relaciona con el desarrollo del niño, su maduración y rendimiento escolar (Robles, 2009); además, la educación puede contribuir enormemente a la creación de una cultura emprendedora (Caballero, Jimenez y Guillen, 2019).

Una investigación inicial a profesores de educación básica a través de un cuestionario de preguntas semiestructuradas indicó que las carencias de un niño dentro de su círculo familiar le impiden desarrollarse y aprender. Por ejemplo, el ambiente familiar construye las primeras nociones de socialización, la cual se convertirá en un medio para aprender de manera diferente, pacífica, armoniosa y afectiva.

La falta de empatía y atención de los padres hacia los niños influye en su desarrollo; por esta razón, la principal responsabilidad en la crianza está en los padres. El afecto de los progenitores tiene una serie de beneficios para la autoestima y la seguridad de los hijos, así como su autonomía, lo cual se traducirá en su desempeño dentro del aula para acrecentar sus habilidades de aprendizaje, socialización y emprendimiento.

El objetivo de esta investigación es describir la importancia de la colaboración familiar en el aprendizaje del niño y sentar la base para configurar el perfil de un emprendedor. El trabajo se sostiene sobre la siguiente premisa: Si existe una colaboración familiar comprometida y empática de los padres con los niños en sus actividades escolares, se incrementa el aprendizaje, la autoestima, la seguridad en sí mismo y la capacidad de socializar, que son cualidades de un perfil emprendedor.

MARCO TEÓRICO

La Colaboración familiar

La inteligencia emocional del niño es una habilidad que se adquiere dentro de la familia (Goleman, 1995); en ese sentido, los padres son educadores. Se encargan de enseñar a sus hijos a analizar las circunstancias en que se encuentran para poder resolver sus problemas; por lo tanto, es indispensable que se introduzca el lenguaje emocional dentro del hogar; es decir, que se trabajen situaciones que conlleven

emociones. Esto ayudará a que los miembros de la familia fortalezcan sus estados de ánimo y emociones, y que además sean capaces de crear estrategias para lograr estabilidad en cualquier situación.

Los niños nacen dentro de una sociedad y su familia es la encargada de desarrollarlos en todos los sentidos: nutrición, higiene, afectividad y socialización (López, Ramírez C. y Ramírez L., 2007). La familia brinda los primeros aprendizajes en formas directa e indirecta; la primera se basa en instruir al niño sobre cómo debe conducirse dándole indicaciones o mostrándole la manera de hacerlo, y la segunda es a través de lo que él ve dentro del círculo familiar; en este caso, el lenguaje no verbal es un indicador para que el niño aprenda a comportarse. La bidireccionalidad es la influencia de los padres sobre los hijos.

Aunque a lo largo del tiempo también lo educan otros agentes, como la escuela, el primer núcleo de convivencia del niño es la familia. Es ahí donde recoge sus patrones de conducta y se configura como persona con base en las relaciones que establezca y en cómo sean atendidas sus necesidades básicas (Brazelton y Greenspan, 2005).

La educación emocional es un proceso continuo y permanente, cuyo objetivo es brindar a cada persona la capacidad de gestionar las emociones para afrontar las situaciones de la vida diaria. Ésta, junto con el desarrollo cognitivo, son dos elementos necesarios para un crecimiento integral. Con todo, este tipo de educación no se sistematiza, simplemente se deja a la discreción de cada individuo, lo cual resulta de poco beneficio para la sociedad en general (Bisquerra, 2000). En la infancia, los padres son responsables de crear la identidad del niño y encontrar respuestas a sus inquietudes y necesidades básicas (López, 1995). La educación que brindan los padres dentro del contexto familiar representa el primer y más significativo aprendizaje, y permite detectar el trato que reciben los hijos (Barudy, 2005). El bienestar infantil se da a través del cuidado hacia los niños y esto sentará la base para el equilibrio mental en su adultez. Para que esta crianza se lleve a cabo de manera correcta, es necesario que las madres y los padres protejan, eduquen y muestren a sus hijos respeto, empatía y apego. Estas competencias parentales definirán que, al crecer, sus hijos sean personas con autoestima y traten bien a los demás.

La colaboración familiar se entiende como el acompañamiento emocional y didáctico que brindan los padres al niño durante su etapa escolar (Coleman, 1966). Desde que el niño nace, recibe una influencia formativa e interioriza las enseñanzas de su núcleo familiar para ponerlas en práctica posteriormente. Por lo tanto, al comenzar su aprendizaje formal dentro de una institución, fusiona los aprendizajes domésticos con los escolares, y gracias a esta combinación adquiere la capacidad de adaptarse, socializar y afrontar la vida. Los niños criados en hogares que les han brindado herramientas tanto emocionales como didácticas tienen una ventaja para enfrentar su entorno escolar.

Se describen dos puntos de referencia al analizar el aprendizaje del niño dentro de la familia: el *capital humano* se basa en el nivel educativo de los padres, tíos y abuelos, y el *capital social* se vincula a los lazos afectivos que existen entre padres e hijos. El capital social cuenta con mayor relevancia, ya que en él recaen las emociones y afecciones que se vinculan con el aprendizaje; los niños con mayor capital social tendrán la delantera. Por

otra parte, la colaboración de los padres en la educación es una de las tareas más difíciles, puesto que requiere de tiempo y dinero, pero si los tutores entendieran la importancia y los beneficios de que se involucren con sus hijos, lo harían a pesar de las dificultades (Pizarro, Santana, Vial, 2013).

La escuela es la encargada de orientar la participación de la familia dentro de la educación, ya que sabe cuáles son los objetivos a corto, mediano y largo plazo; por ello, debe fomentar acuerdos para lograrlos. Asimismo, la evolución del aprendizaje del niño dependerá en gran medida de las facilidades que la familia le proporcione, de que le brinde ambientes saludables para su adecuado desarrollo emocional y físico (Pizarro, López, Lavín, Bernardita, 2013). La participación de los padres es garantía de un aprendizaje eficaz, más aún en niños de menos de seis años, debido a que los programas son más específicos (Palacios y Paniagua, 1992).

El ser humano adquiere diferentes rutinas y hábitos basados en lo aprendido a través de su vida, pero principalmente de su infancia. Recrea formas de vivir según lo que ha visto a su alrededor, en su círculo familiar, con amigos cercanos y hasta con sus vecinos. Hay situaciones que experimentamos por primera vez y para las cuales estamos preparados, pero no lo sabemos; esto se debe a la cultura que adquirimos en nuestra formación (Minkov M, Hofstede G. Hofstede G. J., 2010). Cada persona tiene su propia cultura porque se desenvuelve en su ambiente particular y adquiere experiencias diferentes. Los valores que tenemos aprendidos son también programas mentales asimilados en la infancia (Minkov M, Hofstede G. Hofstede G. J., 2010).

El acompañamiento escolar de padres e hijos forma una parte importante en el desenvolvimiento escolar, ya que desarrolla los estilos parentales. La clave está en lo que el niño percibe sobre la actitud de sus padres: si reconoce que la familia está involucrada en su educación, su desempeño académico recibirá un impulso positivo; de lo contrario, se verá perjudicado. Por lo tanto, es crucial que exista esa conexión con los padres. Entre mejor sea el acercamiento a la educación del niño, el impacto educativo será mayor (Epstein y Sanders, 2000).

El aprendizaje de los niños

La SEP (Secretaría de Educación Pública) es el organismo encargado de llevar a cabo los procesos de aprendizaje en México; se ocupa de planificar e implementar los métodos didácticos y enfrentar nuevas metas educativas en los estudiantes. Se ha promovido una dinámica que lleve a la construcción de conocimiento en el aula, con el fin de no darle un papel limitado a las instituciones educativas al encuadrar la enseñanza y el aprendizaje sólo como una práctica institucional, sino también como una práctica social y humana.

Si bien apenas en años recientes estos planteamientos se han formalizado como necesidades en el sistema educativo, ya se habían afirmado como factores en los procesos escolares para favorecer el desarrollo integral de los alumnos. Al colocar importancia a las necesidades, funciones y determinaciones que están más allá de las intenciones y previsiones individuales de los actores directos en las instituciones educativas, es necesario atender a las estructuras sociales y a su funcionamiento para poder comprender su sentido total (Contreras, 1990).

El acceso a materiales educativos es de gran relevancia para el aprendizaje, ya que estos permiten ejercitar diversas habilidades, ofrecen una amplia gama de temas que los niños pueden aprender y además amenizan este proceso. Además, contar con una biblioteca adecuada en casa se relaciona estrechamente con el desempeño y logro escolar positivos. Las familias que ponen a disposición de sus hijos este tipo de recursos colaboran enormemente en su aprendizaje (Gubbins, 2011).

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje deben revalorarse; es necesario cuestionar aquellos referentes de pensamiento detrás de las prácticas académicas de los alumnos, sin desdeñar la importancia de los ejes de racionalidad que predominan en el profesorado. Resulta relevante el estudio y modificación de las concepciones sobre el aprendizaje que tradicionalmente se han reducido a entenderlo desde una perspectiva escolar ligada a prácticas rutinarias de escaso sentido (Marrero, 1993). Entwistle (2000). Eisner (2001) y Wertsch (1997) refieren que las estrategias deben enseñarse de acuerdo al contexto, características y nivel de desarrollo del alumno. Por ello, las diferencias individuales de los aprendices son un indicio de sus formas de conducirse ante las exigencias percibidas en su progreso académico y personal. Conocer las concepciones de los alumnos respecto al aprendizaje planteará direcciones en las que debe dirigirse la enseñanza, no precisamente con el propósito de adaptarse a estas concepciones, sino para definir qué medidas deben adoptarse para redimensionarlas a una dinámica académica que promueva un cambio conceptual a favor del conocimiento construido significativamente.

Mientras el aprendizaje no tenga las mismas implicaciones para los alumnos que para las instituciones, se entenderá y utilizará de manera distinta en las prácticas educativas, lo que implicará mayores problemas para cumplir con los requerimientos planteados en el nuevo modelo educativo. Ante esta situación, Rodríguez y Marrero (1993), Marzano (2000) y Carrasco (2004) han afirmado que el enfoque adecuado para el aprendizaje centrado en el alumno es el socioconstructivismo, camino que deriva del constructivismo, y que en el ámbito educativo también se ha denominado *constructivismo pedagógico*.

La idea del *andamiaje tutorial* considera que lo que un niño puede hacer en colaboración, mañana será capaz de hacerlo solo (Bruner, 1997). Esta idea la sostienen también otros autores, como Werstch, (1993) y Rogof (1997), quienes señalaron la acción mediada como forma de aprendizaje en determinadas edades. Por otra parte, Nisbet (1986) afirmó que el conocimiento más importante es el de uno mismo; y Tonucci (1997) denunció que con frecuencia la escuela enseña todo a los escolares, excepto lo que más les interesa: ellos mismos. No es menos cierto que el descubrimiento de uno mismo se inicia precisamente en esta etapa educativa.

La base del emprendedor

El emprendedor es aquella persona que empieza una nueva actividad, ya sea económica, social, o política. Toda vez que significa tomar acciones humanas, creativas para construir algo de valor, a partir de la nada, buscar la oportunidad de manera insistente, independientemente de los recursos disponibles o la carencia de estos, requiere visión, pasión y el compromiso para guiar a otros. Hidalgo (2014:2)

El emprendedor es aquella persona que identifica oportunidades y organiza los recursos necesarios para tomarlas (Sánchez, 2010). El emprendimiento está enfocado a ejecutar una idea de manera exitosa que surge de una mente brillante, por lo general (Martins, 2022); es el proceso por el que pasa una idea hasta convertirse en un negocio rentable (Silvestre, 2011) que no sólo beneficia a cierto número de personas, sino a la sociedad en general, ya que genera fuentes de empleo innovadoras.

La educación es determinante en la creación de una cultura emprendedora, desde la escuela hasta la Universidad, a través de un marco integrado y coherente; puede serlo fomentando una actitud favorable hacia ella, aumentando la sensibilización hacia salidas profesionales y proporcionando competencias empresariales para este fin (Caballero, Jiménez y Guillen, 2019). Las cualidades personales y propias para el espíritu empresarial, como la creatividad, la capacidad de iniciativa y el sentido común pueden ser útiles para todos, tanto en la actividad laboral como en la vida cotidiana. La escuela tiene la función de orientar la participación de la familia dentro de la educación (Pizarro, López, Lavín, Bernardita, 2013). Y la educación tendrá mayor impacto en niños que se desarrollen en un hogar con más capital social.

Por otro lado, el origen sociocultural y el género del emprendedor de América Latina son también factores a ponderar. Más del 80 % de los emprendedores nace de la matriz de la clase media en la gran mayoría de los estados de la República Mexicana. Respecto a la motivación y la dimensión sociocultural para el emprendedor en América Latina, generalmente un familiar constituye la fuente de inspiración fundamental. Dentro de las particularidades de los emprendedores y algunas caracterizaciones, es forzoso contar con una sensibilidad específica, fluidez de pensamiento o ideas fértiles, y la capacidad adaptativa para ser creativo y plantear una gran diversidad de ideas (H Sung y Duarte, 2015).

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo de tipo exploratorio y descriptivo. Según Sampieri (2010), el enfoque cualitativo es un proceso inductivo contextualizado en un ambiente natural. Esto se debe a que la recolección de datos establece una estrecha relación entre los participantes de la investigación, sustrayendo sus experiencias e ideologías, y se analiza desde una realidad subjetiva.

Participantes

Los participantes fueron las madres de familia con hijos en el nivel básico. El primer perfil elegido fue de madres con un nivel socioeconómico de clase *media alta*, ya que son madres que llevan a sus hijos a colegios privados. El segundo perfil elegido fue de madres de clase *media baja* cuyos hijos asisten a escuelas públicas.

TABLA 1. LAS SEIS CLASES SOCIALES DE MÉXICO.
ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA (2014).

BAJA BAJA	trabajadores temporales. inmigrantes. comerciantes informales. desempleados.
BAJA ALTA	gente que vive de la asistencia social. la fuerza física de la sociedad, ya que realiza los trabajos más pesados y un perciben un sueldo mínimo a cambio.
MEDIA BAJA	oficinistas. técnicos. supervisores. artesanos calificados.
MEDIA ALTA	La mayoría de los hombres de negocios, así como los profesionales “que han triunfado”.
ALTA BAJA	Familias que son ricas de pocas generaciones atrás, pero cuyos ingresos económicos son cuantiosos y muy estables.
ALTA ALTA	Las antiguas familias ricas, que durante varias generaciones han sido prominentes (está integrada por 1% de la población).

Instrumentos de investigación

Se aplicaron dos cuestionarios: uno con siete preguntas a madres de familia enfocado a la variable independiente *colaboración familiar*; un segundo cuestionario de cinco preguntas, a profesores de educación básica de primero a sexto grado en la escuela Adolfo López Mateos de la comunidad El Mirador, en San Juan del Río, Querétaro, la cual fungió como la unidad de análisis. El propósito del instrumento era realizar una inmersión inicial de investigación para explorar la problemática del estudio.

Muestreo

Se aplicó un muestreo cuyo objetivo fue explicar el fenómeno desde diferentes opiniones de expertos; con tal fin, se encuestó a cinco profesores de la escuela Adolfo López Mateos, una escuela multigrado. Asimismo, se tomaron muestras diversas de máxima variación a 10 madres de familia mediante entrevistas semiestructuradas.

RESULTADOS

TABLA 2. CUESTIONARIO A PROFESORES DE LA ESCUELA PRIMARIA ADOLFO LÓPEZ MATEOS, PARA IDENTIFICAR LA PROBLEMÁTICA.

ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A LAS CONCLUSIONES DE LAS RESPUESTAS.

PREGUNTA	CONCLUSIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
1. ¿Crees que la relación afectiva que tienen los niños con sus padres afecte en su aprendizaje?	La familia es para el niño el ambiente de socialización más importante desde que nace, ya que construye sus primeros aprendizajes y le brinda un lugar donde desarrollarse en paz, armonía y, sobre todo, con afecto; esto dará como resultado un niño que aprenderá de manera significativa.	La problemática identificada después de una inmersión de investigación inicial a profesores de educación básica a través de un cuestionario de preguntas semiestructuradas, se llegó a concluir que las carencias del niño dentro de su círculo familiar le impiden desarrollarse y aprender. La falta de empatía y atención de los padres hacia los niños perjudica su desarrollo, por tanto, la principal responsabilidad de la crianza está en los padres.
2. ¿Cuál es tu percepción de los niños que tienen bajo rendimiento escolar?	Carencias dentro de sus círculos familiares que no les permiten aprender o desarrollarse como deberían. Los niños con problemas de aprendizaje tienen características similares, son inquietos y se distraen con facilidad.	Cuando el niño tiene en su cotidianidad afecto de sus padres goza de autoestima y seguridad que generan en él autonomía, lo cual se traduce en su aprendizaje dentro del aula.
3. ¿Considera que los papás influyen en el bajo rendimiento escolar de sus hijos?	La crianza es la principal responsabilidad de los padres, sin embargo, participan poco. Generan poca empatía con sus hijos, y su involucramiento en el aprendizaje es insuficiente; como resultado, se obtiene un bajo aprovechamiento escolar.	

PREGUNTA	CONCLUSIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
4. ¿Consideras que las relaciones afectivas que los niños tienen con sus padres les afecta en su aprendizaje?	Las relaciones de afecto son muy importantes en cualquier escenario de la vida: el afecto de los padres impulsa significativamente el rendimiento escolar de los hijos.	
5. ¿Has podido identificar cual es el principal problema con los niños que tienen bajo rendimiento?	Dentro del aula existen muchos factores que afectan el aprovechamiento de los alumnos; los padres desatienden el aprendizaje de sus hijos, no procuran los materiales didácticos que solicita el docente para la clase ni asisten a juntas escolares. Se da una triangulación en la comunicación entre los padres, el niño y el docente que se traduce en el bajo rendimiento y nulo aprovechamiento en las aulas.	

TABLA 3. CUESTIONARIO APLICADO A MADRES.

ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A ÁLVAREZ Y GÓMEZ *ET AL.* (2010) Y CASALRREY (2000).

PREGUNTA	CONCLUSIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
1. ¿Cuántos hijos tiene en educación básica actualmente?	1, 2, y 3 hijos.	Los cambios económicos, sociales, políticos y tecnológicos han creado una nueva relación trabajo-persona, que trasciende el límite de la división sexual del trabajo, marcando una nueva relación trabajo-familia, que genera una multiplicidad de roles que pueden potenciar o limitar el desempeño profesional y personal en tanto que las personas asumen una doble responsabilidad del hogar y del trabajo (Álvarez y Gómez, 2010; Sabater, 2014).

PREGUNTA	CONCUCIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
2. ¿Cuánto tiempo dedica al trabajo escolar a partir de la pandemia?	A partir de la pandemia el trabajo requirió más tiempo por parte de los padres de familia y su dedicación fue alrededor de 6 horas al día, entre clases y tareas.	<p>La familia es el primer núcleo de convivencia del niño y será ahí donde aprenderá a relacionarse con los demás y adoptará patrones de convivencia. Desarrollarse dentro de una familia que le brinde la atención adecuada logrará que el niño tenga mayor capacidad de convivencia (Brazelton y Greenspan, 2005).</p> <p>El vínculo que los padres crean con sus hijos les permitirá detectar la necesidad que sus hijos tengan; los progenitores son los encargados de generar en el niño identidad propia (López, 1995).</p>
3. ¿Quién acompaña en la realización de la tarea escolar, mamá o papá?	El trabajo escolar lo realizan las madres en su mayoría ya que los padres salen a trabajar y pocas veces tienen el tiempo para ayudar a sus hijos en las tareas escolares.	<p>Es importante que los padres realicen lecturas a sus hijos, ya que hacerlo desarrolla de manera significativa habilidades de escritura (Mavrogenes, Bezruczko, 1993 citado en Mella y Ortiz, 1999).</p> <p>La interacción educativa no es emocionalmente neutra; los alumnos y profesores experimentan emociones durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y esto influye también cuando llega a la familia, puesto que, si el niño no tiene un lugar de amor y respeto en su familia, será difícil que se relacione adecuadamente en otros ambientes (Miras M, 2004).</p> <p>Se destaca la importancia de incentivar el ingenio de los niños a partir de la etapa escolar primaria en su último año de escuela a través proyectos de vida ambiciosos que tengan un impacto en la sociedad. Si consideramos el constructivismo social visto desde el propio conocimiento del niño hasta lo aprendido en su entorno social, podemos resaltar el conocimiento obtenido del mundo que lo rodea social y culturalmente. En este caso, la mecánica del constructivismo será aprender algo nuevo y adaptarlo a nuestras experiencias (Santos y Cifuentes, 2020).</p>

PREGUNTA	CONCUCIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
4. ¿Considera importante realizar el trabajo en conjunto con su hijo?	Se considera trascendental realizar el trabajo con sus hijos, ya que los trabajos entregados tienen buena calidad y sus hijos aprenden al momento de realizar las actividades.	<p>La inteligencia emocional es una parte vital del ser humano, ya que permite tener consciencia de nuestras emociones y tomar decisiones correctas en cualquier situación. Se mide por el carácter del niño en ciertas circunstancias. Actualmente es común dejar en manos de personas externas la salud mental de nuestros niños sin pensar las consecuencias a futuro de esta decisión (Goleman, 1995).</p> <p>La participación de los padres en el trabajo escolar les garantiza un aprendizaje eficaz, ya que los niños se sienten más seguros en el proceso de aprender y su rendimiento aumenta (Palacios y Paniagua, 1992).</p> <p>Las habilidades sociales e inteligencia emocional se aprenden mediante la observación. Para poder desempeñarse dentro de la sociedad, es necesario tener patrones específicos, como expresiones observables de inteligencia social; algunas características son: la comunicación, el liderazgo, la colaboración y la cooperación, capacidades de equipo (Santos y Cifuentes, 2020).</p>
5. Cuando no puede acompañar al niño en su trabajo escolar, ¿existe alguna diferencia de cuando si lo realiza?	Las mamás deben acompañar a sus hijos en las tareas, porque les aportan una guía clara de lo que deben realizar, mientras conviven e interactúan. Gracias a la presencia de la madre, los niños realizan su tarea con entusiasmo y dedicación.	<p>Para los niños a quienes sus padres no los apoyan, puede haber consecuencias como una educación básica inconclusa o deficiente, lo cual puede demandar atención educativa en el futuro. Debemos priorizar este apoyo y buscar un mecanismo para brindarles la ayuda necesaria (Oller y Amorós, 2012).</p> <p>Las tareas escolares, entendidas como todas aquellas actividades designadas para realizar en casa, suponen una organización en que tanto profesores como estudiantes y padres acuerden el número de días a la semana que habrá tareas, el tipo de tareas, cuáles serán calificadas y cuáles no, cuáles tendrán impacto en la acreditación, y los mecanismos para evaluarlas, entre otros aspectos (Cooper, 1994).</p>

PREGUNTA	CONCUCIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
6. Platíqueme sobre el rito que realiza cuando hace la tarea con sus hijos.	<p>El rito está ligado al aspecto social y emocional de cada niño y madre que lo acompaña en las actividades de su tarea. Las prácticas en el rito están relacionadas con el lugar que se destina para la realización de la tarea, el horario, las frases utilizadas comúnmente, como <i>pongan atención, apúrate, todo debe estar en orden, debes terminar</i>, entre otras. Comer alguna golosina o fruta en este tiempo también es parte del rito. Cabe mencionar que las actitudes de mamá y el niño en ese tiempo específico configuran en gran parte el rito de la tarea como agradable o desagradable y proveen o despojan al niño de seguridad en sí mismo, autoestima, habilidad para trabajar en equipo, liderazgo y capacidad para solucionar problemas.</p>	<p>Realizar tareas en casa es un hecho formal realizado en un contexto no formal, en el cual el niño construye sus primeros aprendizajes y lo motiva a aprender de manera significativa (García, 2016).</p> <p>Las tareas facultan al alumno para construir conocimiento dentro y fuera del aula como parte de su desarrollo integral, logrando una interrelación en dos contextos diferentes, tanto el escolar como el familiar (Bronfenbrenner, 1987).</p> <p>Los proyectos de emprendimiento nacen de la integración al trabajar en conjunto, para llevarse a cabo con los saberes de algún producto o servicio previos. La familia es un factor determinante dentro de la toma de decisiones, porque sin el apoyo moral y sentimental para seguir adelante en un proyecto emprendedor y lograr el éxito, este se estancará y generará sólo los ingresos necesarios para la subsistencia diaria, mas no para la proyección de una empresa con miras de crecimiento (Elías, 2015).</p> <p>Los niños sí pueden aplicar conocimientos teóricos de emprendimiento; ya que las evidencias mostraron en un caso de estudio en particular, ocho equipos de niños de 5° y 6° grado de primaria en una escuela rural de Oaxaca que fueron capaces de desarrollar el plan de negocio de su miniempresa con los elementos mínimos que la FESE (programa de fomento a la actitud emprendedora), en el sub-programa <i>Mi primera empresa: emprender jugando</i>. Las habilidades de emprendimiento que más adquirieron los niños durante el desarrollo del subprograma fueron: organizar, dibujar, hacer manualidades, flexibilidad, planificar. La mayoría de niños dijeron haber utilizado habilidades como analizar, resolver problemas, y hacer cálculos (Damián, 2015). Neira y Rodríguez (2019) describieron una propuesta para el apoyo en la generación de proyectos de emprendimiento en una población vulnerable, aplicada en el caso de los familiares de los niños del jardín Mi Primera Infancia, en el barrio Santa Fé de Bogotá. Se desarrollaron sesiones de caracterización de la población de estudio. Se construyeron instrumentos, se consideraron los determinantes de la actitud emprendedora, se midió la intención emprendedora; en este caso hubo una respuesta favorable para la creación de una empresa.</p>

PREGUNTA	CONCUCIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
7. ¿Tiene el niño un lugar adecuado para realizar sus actividades escolares (mesa con buena iluminación, escritorio etc.)?	Los niños tienen un espacio específico dentro de su casa para que puedan realizar sus tareas de una manera ordenada y con tranquilidad sin ser molestado. Además, se le proporcionan los materiales necesarios.	Un espacio exclusivo para realizar actividades escolares influye en el estado de ánimo del ocupante para así optimizar el aprendizaje (García y Muñoz, 2004). El acceso a un lugar con características adecuadas y diseñadas para el trabajo escolar promoverán de manera significativa el aprendizaje en los niños. Caslrrey (2000) propuso tres características a la hora de organizar el espacio: a) pensado para los niños, b) estimulante, accesible, flexible y funcional c) estético, agradable para los sentidos.

DISCUSIÓN

Llamamos *El rito de la tarea* a las circunstancias que envuelven la realización de las actividades en casa, desde el horario y la ubicación hasta el discurso que emplean los tutores, frases como *apúrate, todo debe estar en orden, no te distraigas*. Durante este tiempo, se disfruta de alguna golosina o bebida, pero el foco está en la interacción entre la mamá y el niño. La tarea escolar, uno de los componentes más significativos en el camino académico del niño, tiene la finalidad de afianzar los aprendizajes en el aula y fomentar la relación entre los padres y el niño, la autoestima y la seguridad en sí mismo.

Considerando casos como los anteriores, la perspectiva futura de la investigación realizada propone un proyecto escolar de emprendimiento donde participen los niños de nivel primaria, utilizando operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división), ya que en los programas escolares se trabaja por medio de cálculo mental y otras habilidades como planear, organizar, analizar y resolver problemas. Los niños las pondrán en práctica a través de la contextualización de un proyecto de emprendimiento acompañados de sus madres. A continuación, se explica la metodología de este prototipo de proyecto:

1. Elegir un producto comestible para vender a la hora de recreo de la escuela. Debe ser un producto novedoso y poco convencional.
2. Señalar puntos de venta dentro del patio de la escuela; estos se acomodarán, decorarán y montarán de acuerdo a lo que cada alumno elija vender y su propia imaginación.
3. Realizar propaganda suficiente para atraer más clientes a su punto de venta y por lo tanto generar mayores ganancias.
4. El tiempo de venta será de 30 minutos por 5 días en el horario de recreo.
5. Realizar el cobro de sus productos únicamente a través del cálculo mental; calculadoras o aparatos similares estarán prohibidos.
6. Elaborar un escrito que especifique el costo de lo que vendieron y cuánto se generó de ganancia durante cada día y al finalizar la semana.

7. Las actividades serán supervisadas por el maestro de grupo y autoridades educativas del plantel.
8. El ganador será quien, al cabo de los 5 días, logre generar mayor ganancia a través de su producto.

El rito de la tarea será el indicador principal que determinará cómo impacta la colaboración familiar en el aprendizaje de los niños y en el perfil del emprendimiento.

REFERENCIAS

- Álvarez y Gómez (2010). La interacción trabajo-familia, la mujer y la dificultad de la conciliación laboral. *Dialnet*, 15 (30). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5029809>
- Barudy, J. (2005). Contextos de colaboración familia-escuela durante la primera infancia. *Revista electrónica investigación innovación*, 1. http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol1_num1/m-mir/index.html
- Bisquerra, R. (2005), La educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3). <https://www.redalyc.org/pdf/274/27411927006.pdf>
- Bisquerra, R. (2003). Educación emocional y competencias básicas para la vida. *Revista de Investigación Educativa*, 21(1), 7-43. <https://revistas.um.es/rie/article/view/99071>
- Brazelton, T. y Greenspan, B. (2005). Contextos de colaboración familia-escuela durante la primera infancia. *Revista electrónica investigación innovación*, 1. http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol1_num1/m-mir/index.html
- Caballero-García, P., Jiménez-Martínez, M. P. & Guillén-Tortajada, E. (2019). Aprender a emprender bajo el binomio familia-escuela. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 22(3), 139-154. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.22.3.389611>
- Cornejo, R. y Redondo, J. (2007). Variables y factores asociados al aprendizaje escolar. *Una discusión desde la investigación actual, Estudios Pedagógicos*, 33 (2). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So718-07052007000200009
- Casalrrey, M. (2000). El espacio como elemento facilitador del aprendizaje. *Una experiencia en la formación inicial del profesorado, Pulso revista de educación*, 25. <https://revistas.cardenalcisneros.es/index.php/PULSO/article/view/26>
- Cepeda, O. M., Bernal, J.O., Neira G. A., y Rodríguez, S. A. (2019). Diseño de un proyecto de emprendimiento con población vulnerable, Caso: Jardín Infantil de Bogotá, Ciencias administrativas. *Revista digital FCE-UNLP*, 14, 13-29. <https://doi.org/10.24215/23143738e042>
- Damián Simón, J. (2015). ¿Pueden los niños adquirir y aplicar conocimientos de emprendimiento?. *El caso del subprograma, mi primera empresa: "emprender jugando"*. Nova Scientia, 7, (15), 389-415. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203342741022>
- Elias, T. (2015). El soporte de las empresas pequeñas y medianas que nacen para efectos de sostener el hogar, está en los padres e hijos, afirma economista. *Blog*

- UDEP. Pág. 1 (1). <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/05/el-apoyo-de-la-familia-es-importante-para-el-exito-de-los-emprendedores/>
- Epstein, J. y Sander, M. (2000). La participación de la familia y su vinculación en los procesos de aprendizaje de los niños y niñas en contextos escolares. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 9 (2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67932397003>
- Goleman, D. (1995). La inteligencia emocional, edición 2018. *Barcelona, España: Editorial Kairos*.
- López, H., Ramírez, C. y Ramírez L. (2007). Las prácticas educativas familiares como facilitadoras del proceso de desarrollo en el niño y niña. *El ágora USB*, 7(2), 233-240. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407748997003>
- García, A. y Muñoz, J. (2004). La influencia del espacio en desarrollo de las asignaturas de expresión gráfica en secundaria. *extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Foa.upm.es%2F57005%2F1%2FTFM_MARIA_VELAZQUEZ_REDONDO.pdf&xclen=2459485&chunk=true*
- Fernández-Freire Álvarez, L., Rodríguez-Ruiz, B., & Martínez-González, R.-A. (2019). Padres y madres ante las tareas escolares: La visión del profesorado. *Aula Abierta*, 48(1), 77-84. <https://doi.org/10.17811/rife.48.1.2019.77-84>
- Hidalgo Proaño, L. F. (2014). La Cultura del Emprendimiento y su Formación. *Revista Dialnet*, 15(1), 46-50.
- Hernández, R. (2010). Metodología de la Investigación. *Editorial Mc Graw Hill*.
- Mir, M., Batle, M. y Hernández, M. (2009). Contextos de colaboración familia-escuela durante la primera infancia. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 1(1), 45-68. http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol1_num1/m-mir/index.html
- López, E. (2005). La educación emocional en la educación infantil. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19 (3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27411927009>
- Martins Ferreira, N. (2022). ¿Qué es el emprendimiento? *Significado de emprender en 2022*. *Revista OBERLO*, 4 (2). <https://www.oberlo.com.mx/blog/definicion-y-significado-emprendimiento>
- Moreno, T. (2010). La relación familia-escuela en secundaria: algunas razones del fracaso escolar, Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 14(2). 235-249. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56717074018>
- Minkov, M., Hofstede, G., Hofstede, G. J. (2010). Culturas y Organizaciones: Software mental: cooperación intercultural y su importancia para la supervivencia.
- Valdez Mejía, D. E., Contreras Pérez, N. K., & Méndez Puga, A. M. (2012). La relevancia de las tareas escolares para generar prácticas educativas con personas jóvenes y adultas y mejorar la vinculación escuela-comunidad. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, 34(2), 62-78. ISSN: 0188-8838. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457545091005>
- Oller, J. y M. Amorós (2012), “Trazando puentes entre las prácticas de alfabetización en el hogar y la escuela: una experiencia de elaboración de libros bilingües con mujeres inmigrantes”. *Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de las Lenguas en la Educación y la Cultura, Salamanca, España, 2012*.

- Palacios, J. y Paniagua, G. (1992), Colaboración de los padres. *España: Ministerio de Educación y Ciencia*. http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol1_num1/m-mir/index.html
- Pizarro, P., Santana, A., y Vial, B. (2013). La participación de la familia y su vinculación en los procesos de aprendizaje de los niños y niñas en contextos escolares. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 9 (2),271-287. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67932397003>
- Razeto, A. (1966). El involucramiento de las familias en la educación de los niños. *Cuatro reflexiones para fortalecer la relación entre familias y escuelas*, *Revista Páginas de Educación*, 9(2). http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682016000200007
- Responsabilidad social empresarial y sustentabilidad (s. f.). Las seis clases sociales en México. *Según la Secretaría de Economía, Responsabilidad social empresarial y sustentabilidad*. <https://www.responsabilidadsocial.net/las-seis-clases-sociales-en-mexico-segun-la-secretaria-de-economia/>.
- Sanchez, L. (2010). ¿Qué es ser emprendedor?, *Emprende pyme*, pp. 1-14. https://www.emprendepyme.net/que-es-seremprendedor.html#definicion_de_emprendedor
- Silvestre Luane (2022). ¿Qué es el emprendedurismo?: *lo que debes saber*. *Tienda nube Blog*. 1 (1). <https://www.tiendanube.com/blog/mx/que-es-el-emprendedurismo/>
- Santos, A. y Cifuentes, F. (2020). Estrategia lúdica pedagógica: La lúdica, mi camino al emprendimiento, “Para incentivar el espíritu emprendedor de los estudiantes de grado sexto de las instituciones educativas Domingo Savio y El Carmen del municipio de Guasca. *Tesis, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia*. https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/3543/Santos_Cifuentes_%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Efecto de la fuente de proteína dietaria sobre el cultivo de larva de mosca soldado negra

José Carlos Ramírez Ramírez*
Alonso Ortiz Luviano
Jimena Asereth López Rivas
Benito Parra Pacheco
Juan Fernando García Trejo**

Laboratorio de bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, Universidad Autónoma de Querétaro, El Marqués, Querétaro, México.

*Jose-carlos_@hotmail.com

**juanfernando77@gmail.com

RESUMEN

Para cubrir la demanda alimenticia de la población, es necesario incrementar la producción de comida. Los alimentos de origen animal son los más solicitados, pero requieren de ciertos insumos, principalmente la fuente de proteína. Convencionalmente, la harina de pescado y la proteína de soya son las más utilizadas; sin embargo, la producción de estas fuentes está asociada a problemas económicos y ambientales. Por tal motivo, se han planteado alternativas de menor costo e impacto ambiental.

La larva de mosca soldado negra constituye una opción viable debido a su composición nutricional. Este organismo tiene la capacidad de alimentarse de distintos residuos orgánicos, pero se ha reportado que la variación en su dieta influye sobre su desarrollo. En general, los sustratos utilizados para alimentarla presentan como característica una variación en su composición que ha permitido evaluar el efecto de la alimentación sobre el cultivo de la larva en función de la composición proximal de la dieta. Sin embargo, hay poca información sobre el efecto de las fuentes de nutrientes sobre el cultivo de este organismo. Por tal motivo, se planteó evaluar la variación de la fuente de proteína dietaria. Para tal fin, se seleccionaron diferentes fuentes proteínicas para elaborar dietas de composición similar (misma concentración de proteína cruda). Posteriormente, se llevó a cabo el cultivo de la larva y se evaluaron variables productivas como variables de respuesta.

Palabras clave: *Hermetia illucens*, cultivo, dieta, fuente de proteína, composición proximal.

ABSTRACT

To meet the food demand of the population, it is necessary to increase food production. Food of animal origin is the most demanded, but requires certain inputs, mainly a source of protein. Conventionally, fishmeal and soy protein are the most commonly used; however, the production of these sources is associated with economic and environmental problems. For this reason, lower cost and environmental impact alternatives have been proposed.

The black soldier fly larva is a viable option due to its nutritional composition. This organism has the capacity to feed on different organic wastes, but it has been reported that the variation in its diet influences its development. In general, the substrates used for feeding it are characterized by a variation in their composition, which has made it possible to evaluate the effect of feeding on larval growth as a function of the proximal composition of the diet. However, there is little information on the effect of nutrient sources on the culture of this organism. For this reason, it was proposed to evaluate the variation of the dietary protein source. For this purpose, different protein sources were selected to elaborate diets of similar composition (same crude protein concentration). Subsequently, larval culture was carried out and productive variables were evaluated as response variables.

Keywords: *Hermetia Illucens*, culture, diet, protein source, proximal composition.

INTRODUCCIÓN

Garantizar la seguridad alimentaria de la población requiere del constante suministro de alimentos, incluidos los de origen animal. Para la producción de estos es necesario contar con ciertos insumos, entre los que destaca la fuente de proteína. Convencionalmente, las fuentes más utilizadas son harina de pescado y proteína de soya, debido a su calidad nutricional. Sin embargo, los problemas asociados a estas fuentes (desbalance en la oferta-demanda, el alto uso de recursos para su obtención, etc.) plantean la necesidad de obtener fuentes alternativas que aseguren un alto valor nutricional, fácil disponibilidad y menor precio, comparadas con las fuentes convencionales (Chakraborty, 2019).

Dentro de las fuentes alternativas de proteína se encuentran las microalgas, hongos e insectos. Estos últimos constituyen una fuente sostenible, ya que su producción genera menor impacto ambiental en relación con otros sistemas productivos (cultivo de plantas y crianza de animales). Además, los insectos presentan como ventajas una alta tasa de conversión alimenticia y cortos ciclos de vida (Fasolin, 2019).

Uno de los insectos considerados con potencial como fuente de proteína de alto valor nutricional es la larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) (Boccazi, 2017). Pero, para asegurar que la harina fabricada a partir de esta larva sea una fuente de proteína adecuada, su fracción proteínica debe presentar características como alta concentración de proteínas, aporte de aminoácidos esenciales y alta digestibilidad (Bukkens, 1997). Favorablemente, la harina de larva de mosca soldado negra presenta una alta concentración de proteína cruda y aminoácidos esenciales (Nyakeri, 2017).

Sin embargo, los factores implicados en el cultivo de la larva ejercen un efecto directo en la composición nutricional de su harina y en la productividad (Nguyen, 2015). Hasta el momento, se sabe que las variaciones de insumos en la dieta afectan la concentración de aminoácidos, lípidos y cenizas en la larva, al igual que las variables asociadas a la producción del cultivo, principalmente el rendimiento, tasa de supervivencia y tasa de conversión alimenticia (Gold, 2020). Entre los insumos probados como dieta para larva de mosca soldado negra, y cuyo efecto sobre la productividad del cultivo ha sido evaluado, se encuentran: alimento para aves de corral (Nguyen, 2013), residuos agroindustriales (Mohd-Noor *et al.*, 2017), estiércol de animales (Rehman *et al.*, 2017) y restos

alimenticios (Surendra *et al.*, 2016) entre otros. En general, dichos insumos presentan variación en su composición proximal, principalmente en el contenido de proteína cruda, grasa total, carbohidratos totales y fibra. De tal manera, la evaluación de las fuentes de alimento sobre el cultivo se lleva a cabo en función de la composición proximal del alimento utilizado (Gold, 2020).

Por otro lado, existen menos estudios de la variación de la fuente de nutrientes dietarios (proteína, grasas y carbohidratos, etc.) en la dieta de larva de mosca soldado negra; solamente se ha reportado que la fuente de grasa dietaria afecta el cultivo y el perfil lipídico de la larva de forma directa (Ewald *et al.*, 2020). Por tal motivo, en este trabajo se planteó evaluar la variación de la fuente de proteína dietaria y su efecto sobre el cultivo de larva de mosca soldado negra.

METODOLOGÍA

La metodología se divide en dos etapas. La primera consistió en la selección de las materias primas y la elaboración de las dietas de larva de mosca soldado negra. La etapa subsecuente incluyó el cultivo de la larva y el análisis de variables asociadas a la producción del cultivo.

Elaboración de dietas para larva de mosca soldado negra

Se elaboraron tres dietas experimentales para el cultivo de larva de mosca soldado negra. Adicionalmente, se incluyó como tratamiento de referencia la dieta Gainesville (Sheppard *et al.*, 2002). Las materias primas de las dietas experimentales se seleccionaron con base en su componente mayoritario y fueron identificadas como: fuente de proteína, lípidos, carbohidratos disponibles y fibra (Véase Tabla 1). Posteriormente, la composición proximal de las materias se determinó de acuerdo a los métodos y protocolos mostrados en la Tabla 2.

Con los resultados de la caracterización bromatológica, se realizó un balance para determinar el porcentaje de inclusión de cada materia prima, de modo que las tres dietas experimentales contaran con el mismo contenido de proteína cruda, fibra total dietaria y carbohidratos disponibles.

Cultivo de larva de mosca soldado negra

El cultivo se llevó a cabo en la planta piloto de producción de larva de mosca soldado negra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el campus Amazcala.

TABLA 1. MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE DIETAS PARA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA.

MATERIA PRIMA	FUENTE DE NUTRIENTE
Residuos de pollo	Proteína
Residuos de tilapia	Proteína
Residuos de queso	Proteína
Harina de olote	Fibra
Fécula de maíz	Carbohidratos disponibles
Aceite de maíz	Lípidos
Salvado de trigo	
Maíz molido	Componentes de la dieta Gainesville
Alfalfa seca molida	

TABLA 2. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	PROTOCOLO
Humedad	Gravimétrico	925.09 (AOAC, 2005)
Proteína cruda	Kjedahl	954.01 (AOAC, 2005)
Grasa total	Gravimétrico	920.39 (AOAC, 2005)
Cenizas	Gravimétrico	923.03 (AOAC, 2005)
Fibra dietaria	Gravimétrico-Enzimático	985.29 (AOAC, 2005)
Carbohidratos disponibles	Diferencia	Danieli <i>et al.</i> , 2019

Se utilizaron dos mil larvas de siete días de edad por repetición, las cuales fueron alimentadas con una relación de 0.6 g de dieta seca por larva. Dicho cultivo se llevó a una temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa de 55 %; se mantuvo por 10 días, y posteriormente las larvas se separaron del residuo (*frass*) y se sacrificaron mediante sumersión en agua hirviendo durante 15 segundos. Finalmente, las variables asociadas a la producción medidas fueron: sobrevivencia, peso ganado, tasa de crecimiento absoluto y eficiencia de conversión alimenticia.

Análisis estadístico

Las determinaciones se llevaron a cabo por triplicado para la caracterización bromatológica de las materias primas, y el promedio se reportó con desviación estándar. El cultivo de la larva de mosca soldado negra se llevó a cabo por cuadruplicado, y las variables analizadas se reportaron como promedio y desviación estándar. Finalmente, para evaluar el efecto de la fuente de proteína dietaria sobre el cultivo de la larva, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), y cuando hubo efecto por parte de los tratamientos se realizó una prueba de medias LSD con un 95 % de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la primera etapa, la caracterización proximal de las materias primas, mostrada en la Tabla 3, permitió el cálculo del porcentaje de inclusión de cada materia para procurar el mismo contenido de proteína cruda, fibra total dietaria y carbohidratos disponibles en las tres dietas experimentales (Tabla 4). En el caso de la dieta Gainesville, su composición proximal concuerda con los datos reportados en la literatura (Sheppard *et al.*, 2002).

TABLA 3. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE DIETAS PARA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA.

MATERIA	H ₂ O (%)	CENIZAS (%)	PROTEÍNA CRUDA (%)	GRASA TOTAL (%)	FIBRA TOTAL DIETARIA (%)	CARBOHIDRATOS DISPONIBLES (%)
Dieta	9.61 ±	8.37 ±	15.04 ±	1.14 ±	24.64 ±	50.81 ± 0.12
Gainesville*	0.06	0.04	0.48	0.03	0.57	
Pollo crudo	70.68 ±	2.50 ±	52.91 ±	42.71 ±	ND	1.88 ± 0.03
	0.20	0.07	0.25	0.18		
Tilapia	75.94 ±	15.55 ±	70.49 ±	13.39 ±	ND	0.57 ± 0.18
cruda	1.27	0.04	0.22	0.06		
Residuos de queso	69.97 ±	3.89 ±	36.25 ±	42.27 ±	ND	17.59 ± 0.33
	0.08	0.09	0.24	0.22		
Olote molido	6.37 ±	1.11 ±	2.59 ±	0.66 ±	84.11 ±	11.54 ± 0.16
	0.02	0.01	0.14	0.04	0.28	
Fécula de maíz	10.78 ±	0.19 ±	0.49 ±	ND	0.24 ±	99.08 ± 0.09
	0.10	0.01	0.10		0.01	
Aceite de maíz	ND	ND	ND	100 ± 0.00	ND	ND

*Muestra compuesta de 50 % de salvado de trigo, 30 % alfalfa seca molida y 20 % maíz molido. ND: No detectable

Asimismo, los resultados del cultivo de la larva de mosca soldado negra con las distintas dietas elaboradas en la primera etapa permitieron comprobar que sí hay un efecto causado por la fuente de proteína dietaria (Tabla 5). Las dietas experimentales evaluadas dieron valores superiores en el peso ganado, la tasa de conversión alimenticia y la eficiencia de conversión de alimento digerido. Además, la dieta de pollo presentó un valor inferior en la mortalidad de las larvas en relación con la dieta Gainesville.

Considerando estos resultados, las dietas experimentales cumplen con los requerimientos para un buen desarrollo de la larva, que a su vez permite obtener un adecuado rendimiento de su cultivo. Adicionalmente, las materias primas utilizadas para la elaboración de las dietas son residuos o subproductos de otros procesos, lo que permite considerar un esquema de biorrefinería de estos materiales para la obtención de productos de valor agregado.

TABLA 4. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE DIETAS EXPERIMENTALES PARA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA.

DIETA	PROTEÍNA CRUDA (%)	FIBRA TOTAL DIETARIA (%)	CARBOHIDRATOS DISPONIBLES (%)	GRASA TOTAL (%)	CENIZAS (%)
Pollo	12.00	20.30	53.00	9.15	0.88
Tilapia	12.00	20.30	53.00	11.88	2.81
Lácteo	12.00	20.30	53.00	13.16	1.55

TABLA 5. VARIABLES ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA CON LAS DISTINTAS DIETAS

TRATAMIENTO	PESO GANADO (G)	TCA (G/DÍA)	ECAD (G LARVA/G DIETA)	MORTALIDAD (%)
Dieta pollo	0.216 ± 0.003 ^a	0.022 ± 0.0003 ^a	0.364 ± 0.039 ^a	4.71 ± 1.72 ^c
Dieta tilapia	0.173 ± 0.011 ^b	0.017 ± 0.0011 ^b	0.332 ± 0.025 ^b	10.09 ± 1.70 ^b
Dieta lácticos	0.139 ± 0.008 ^c	0.014 ± 0.0008 ^c	0.322 ± 0.042 ^b	27.54 ± 3.211 ^a
Dieta Gainesville	0.136 ± 0.013 ^c	0.014 ± 0.0013 ^c	0.130 ± 0.007 ^c	8.60 ± 1.24 ^b

TCA: Tasa de crecimiento absoluto; ECAD: Eficiencia de conversión de alimento digerido.

CONCLUSIONES

La variación de las materias primas utilizadas para la formulación y elaboración de dietas de larva de mosca soldado negra, particularmente la fuente de proteína, tiene un efecto sobre la productividad del cultivo de este organismo. También, el uso de residuos ricos en proteína, como los que se generan a partir de alimentos de origen animal, es aprovechable en la formulación de dietas balanceadas para el cultivo de la larva. De acuerdo con esta información, se puede plantear la opción de estandarizar dietas basadas en residuos de este tipo. Sin embargo, es necesario plantear estudios que permitan evaluar si las dietas basadas en residuos son económicamente viables, o si generan variación en la calidad nutricional de la larva.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Se agradece el apoyo económico para manutención otorgado por el Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, con número de beca 763980.

REFERENCIAS

- Chakraborty, D. & Mohan, S.V. (2019) Efficient resource valorization by co-digestion of food and vegetable waste using three stage integrated bioprocess, *Biore-sour. Technol.*, (284), pp. 373-380.
- Fasolin, L. H. *et al.*, (2019) Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation. *Food Research International*, (125), 1-16.
- Boccazi, I. V. *et al.*, (2017) A survey of the mycobiota associated with larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*). reared for feed production, *ploS one*, (12), 1-15.
- Bukkens, S. G. (1997) The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, (32), 287-319.
- Nyakeri, E. M., Ogola, H. J., Ayieko, M. A. & Amimo, F. A. (2017) An open system for farming black soldier fly larvae as a source of proteins for smallscale poultry and fish production. *Journal of Insects as Food and Feed*, (3), 51-56.
- Nguyen, T. T., Tomberlin, J. K. & Vanlaerhoven, S. (2015) Ability of black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) larvae to recycle food waste. *Environmental entomology* (44), 406-410.
- Gold, M. *et al.* (2020) Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates. *Waste Management*, (102), 319-329.
- Nguyen, T. T., Tomberlin, J.K. & Vanlaerhoven, S. (2013) Influence of resources on *Hermetia illucens* (*Diptera: Stratiomyidae*) larval development. *Journal of Medical Entomology*, (50), 898-906.
- Mohd-Noor, S. N. *et al.* (2017) Optimization of self-fermented period of waste coconut endosperm destined to feed black soldier fly larvae in enhancing the lipid and protein yields. *Renewable Energy*, (111), 646-654, 2017.
- Rehman, K. *et al.*, Conversion of mixtures of dairy manure and soybean curd residue by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.), *Journal of cleaner production*, (154), 366-373.
- Surendra, K. C., Olivier, R., Tomberlin, J. K., Jha, R., Khanal, S.K. (2017) Bio-conversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. *Renewable energy*, (98), 197-202, 2016.
- Ewald, N. *et al.* (2020) Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*)—Possibilities and limitations for modification through diet. *Waste Management*, (102), 40-47.
- Sheppard, D. C., Tomberlin, J. K., Joyce, J. A., Kiser, B. C. & Sumner, S. M., (2002) Rearing methods for the black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*). *Journal of medical entomology*, (39), 695-698.
- AOAC (2005) *Official Methods of Analysis*, 18th ed. AOAC International, Washington, DC.
- Danieli, P. P. *et al.*, (2019) The effects of diet formulation on the yield, proximate composition, and fatty acid profile of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae intended for animal feed, *Animals*, (9), 178.

El desarrollo del pensamiento empresarial en estudiantes del área de tecnología de información

Dr. Ubaldo Chávez Morales
Dra. Rocío Edith López Martínez
Dra. Gabriela Xicoténcatl Ramírez

Facultad de Informática, UAQ

RESUMEN

La empresa como elemento propiciador del desarrollo económico y humano se ha transformado en un elemento dinámico, detonador de sueños y aspiraciones. Por ello, es relevante indagar respecto a las percepciones e inquietudes de los estudiantes del área de las TIC de una universidad pública del estado de Querétaro; la investigación fue exploratoria y cualitativa, plasmada a través de un cuestionario en línea. Éste se aplicó a individuos de diversos semestres, con el propósito de mostrar la diversidad de posturas, tanto en aspectos de creación de empresas, como de visualización de herramientas tecnológicas que podrían utilizarse para lograr ese fin. Los resultados muestran que existe un interés significativo por parte de los estudiantes respecto al tema del emprendimiento, tanto con un enfoque que impulse el desarrollo de empresas propias, como con otro que tienda a generar proyectos. También se encontró que ya existen profesores que se han comprometido con tal fin y alientan la generación de nuevos proyectos, estructurando y orientando nuevos desarrollos. El reto es, entonces, multiplicar los esfuerzos y lograr una sinergia que permita la obtención de más y mejores resultados.

Palabras clave: empresa, emprender, universidad, profesor.

INTRODUCCIÓN

El mundo globalizado actual tiende con pasos agigantados al desarrollo tecnológico. Esto demanda una mayor dedicación y una visión profunda. El área empresarial no es la excepción; el incremento de la productividad y competitividad global genera cambios sustanciales en cómo se ven y se desarrollan los negocios: las operaciones comerciales son cada vez más rápidas (Suárez, y Zambrano, 2017). La empresa se ha convertido en un elemento dinámico detonador de sueños y aspiraciones; se convierte así en la arena donde se propician y favorecen los éxitos, los cambios, las expectativas y las concreciones de las realidades imaginadas (Baque Villanueva, 2019). La creación de expectativas y proyectos es un antecedente a la construcción, a la materialización de ese elemento transformador de realidades: la empresa (Olivar y Daza, 2007).

La Universidad como origen empresarial

Sin ser el único medio que contribuye a la formación de empresas, aunque si el más asequible, la orientación universitaria permite vislumbrar ese ambiente diferente, agresivo,

renuente y competitivo. El aula es un elemento detonador y favorecedor del desarrollo de nuevos enfoques que permite la generación de diferentes perspectivas. Un ambiente nutritivo, crítico y creativo como el construido en el salón de clase promueve en los estudiantes el desarrollo de un pensamiento competitivo, innovador y empresarial.

Se pueden definir dos enfoques que atienden estos procesos de creación incipiente de empresas: en uno, la formación de los estudiantes se enfoca a que sean parte de una organización y apliquen sus competencias de desarrollo de equipos y liderazgo; el otro acercamiento es distinto: señala que el individuo va construyendo su entorno en función de lo realizado por sí mismo. De esta manera, se hace referencia a la generación del llamado *espíritu emprendedor*, el del individuo que depende de sí mismo, de sus propios esfuerzos y decisiones a fin de crear el futuro que desea. El paso siguiente a esta reflexión es el impulso por crear una empresa propia.

En algunas escuelas, el enfoque empresarial puede estar a flor de piel y, en otras, se oculta tanto que parece inexistente (Aliaga, 2006). Las Universidades deben tomar conciencia de la gran responsabilidad que tienen al poder contribuir en la definición y construcción del porvenir de sus estudiantes, futuros profesionistas que podrán influir en su región y en el país entero. Los egresados de las instituciones educativas superiores son los posibles generadores de cambio, los constructores de realidades previamente soñadas (Cabrero, 2015).

El salón de clase puede ser un ambiente nutritivo o limitante en la conformación de ideales de desarrollo económico. Formar alumnos para que se integren a las empresas existentes es una labor loable, y al parecer un gran porcentaje de los alumnos se encuentra en esta instrucción. De esta manera, se proporcionará ese talento humano para nutrir las organizaciones y consolidar su desarrollo y liderazgo (Lima, Lopes, Nassif, y Silva, 2015). Afortunadamente, también existe el otro enfoque, el que apunta su interés en formar individuos con sueños, intereses y competencias para crear empresas. La cátedra impartida por los docentes respecto al ámbito empresarial, potencializa los sueños y anhelos y puede propiciar la creatividad de innovar desde un producto hasta un servicio, generando un círculo positivo que realimenta procesos de construcción de nuevos conocimientos y de experiencias de desarrollo implícitas. (Graevenitz, Harhoff y Weber, 2010).

Es importante reflexionar respecto a la enorme utilidad del uso de casos: ejemplos, investigaciones y retos derivados de la solución real de una problemática empresarial. El enfoque empresarial debe ser inoculado de tal manera que se formen profesionistas con visión para realizar o no su empresa. (Zorita, 2015). Lo importante no debe ser solo la orientación que impulse la institución educativa, sino la reflexión y el pensamiento crítico que se derivan al construir ideas emprendedoras.

Mientras una parte de los estudiantes tiene experiencia en las diferentes áreas de la vida laboral, también existen otros alumnos menos participativos que se encuentran sentados y callados porque aún no han desarrollado experiencias al respecto (Dada, O. y Fogg, H., 2016). Los de experiencia previa podrán contextualizar en la vida real los conceptos y las ideas productivas, a diferencia de los demás que se mueven en un mundo de más teorización y menos practicidad. Ambos pensamientos son útiles en clase sobre todo si tienden a construir acuerdos y aplicaciones. El papel del profesor impulsor del pensamiento emprendedor es de gran importancia para consolidar ideas, enfoques y estrategias.

Si bien es cierto que la calidad de aprendizaje va directamente relacionada con el contenido de lo que se enseña, los docentes deben contar con estrategias cuya finalidad sea generar aprendizajes. Si aunado a eso el docente motiva al alumno, el impacto será aún mayor. (Karimi, Biemans, Lans, y Mohamad, Mulder, 2016).

Para que un alumno, se encuentre motivado por aprender, debe observar que el docente muestra entusiasmo, alegría y favorece la participación de sus estudiantes. El utilizar ejemplos reales, hará que la experiencia de aprendizaje sea concreta y clara. (Weicht, 2018).

Sanabria-Rangel, Morales-Rubiano y Ortíz-Riaga (2015) coinciden en la importancia que tiene el docente al compartir sus conocimientos, de forma clara, oportuna y enfocada en objetivos puntuales. Se debe externar al alumno que el papel del maestro es ayudarlo y proporcionarle las herramientas necesarias para generarle aprendizajes, inclusive utilizando un buen sentido de humor que provocará interés y atención. (Gutiérrez, 2015)

Perfil emprendedor

La noción de emprender hace referencia a una aptitud y actitud para desarrollar un proyecto (Santiago, 2014), a través de ideas, oportunidades y esfuerzo, enfrentando los obstáculos que se presenten. Cuando se logre desarrollar este concepto, se podrá contar con estudiantes autónomos. Esta competencia que se enfila a aprender por cuenta propia, o aprender a aprender, es de suma importancia en la generación de un enfoque independiente y emprendedor. Aquellos estudiantes que se forman desde la creatividad y la confianza en sí mismos sostendrán pensamientos y comportamientos que los harán tomar mejores decisiones (Cabana-Villca, Cortés-Castillo, Plaza-Pasten, Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2013).

Para Chapa (2008), la cultura emprendedora tiene como base la innovación y forja las condiciones para fomentar el liderazgo, además de la creación y operación empresarial. Existe una gama importante de herramientas de desarrollo empresarial diseñadas y construidas con la finalidad de formar estudiantes mediante aspectos teóricos y prácticos. Su propósito es capacitar para la adquisición y perfeccionamiento de conocimientos a través de métodos de gestión. Asimismo, desarrollan aptitudes y destrezas que permitan la conformación de empresas altamente competitivas y modernas (Robles y Pelekais, 2015).

Según Fernández, Alcaraz y Sola (2017), el perfil de emprendimiento requiere competencias por desarrollar, entre ellas se mencionan las siguientes:

- Facilidad en los procesos de *Networking*. Esto se refiere a participar y generar los contactos necesarios y suficientes para contar con el capital humano, la redirección de esfuerzos y, en general, todo el soporte profesional requerido en una empresa y que impacta el grado de competitividad de la misma. Las relaciones, contactos, compromisos recíprocos, grupales o individuales favorecerán el crecimiento conjunto.
- Visión empresarial financiera. Implica la facilidad para detectar oportunidades de negocios. Una buena habilidad para detectar posibilidades de inversión, de compras que generen utilidades, es muy preciada.
- Conocimiento e interés por la situación económica actual local y global.

- Experiencias previas que favorezcan los procesos de ejecución y toma de decisiones.
- Capacidad de negociación, organización de procesos simultáneos y establecimiento de compromisos de manera responsable.

La capacidad de evaluar riesgos, situaciones, procesos e incluso a las personas puede mejorar la calidad de las decisiones (López-de-Alba, Zavala, De la Garza, López-Lemus y Ramos, 2016). El presente trabajo intenta conocer el grado de conocimiento y compromiso de los estudiantes del área de las TIC de una universidad pública de Querétaro respecto a la conciencia por emprender y formar una empresa propia. De esta forma se conocerá cuáles características se consideran importantes para emprender, qué hay y qué falta en las clases para apuntalar su desarrollo.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación exploratoria cualitativa a través de un cuestionario en línea (*Google Docs*) que se puso a disposición de los miembros del área de TIC: alumnos y docentes de una Universidad pública del estado de Querétaro (Cortada, 2004). Se seleccionaron alumnos de diversos semestres a fin de mostrar la diversidad de percepciones, tanto en aspectos de creación de empresas como en la visualización de herramientas tecnológicas que podrían enfocarse a ese fin.

Una evaluación válida y confiable en todo tipo de estudio garantiza que la recopilación de datos sea consistente y precisa (Zamora, 2015). Los criterios para contar con dicha validez en la presente investigación son:

- *Homogeneidad*, ya que el instrumento mide sólo un constructo;
- *Convergencia*, porque evalúa conceptos similares entre sí;
- *Evidencia teórica*, pues el comportamiento es similar a las proposiciones teórica del constructo que es medido por el instrumento.

El instrumento contó con preguntas abiertas y cerradas con el propósito de obtener un panorama más general de las opiniones y percepciones existentes, mismo que realizó un análisis de contenido (López, 2002).

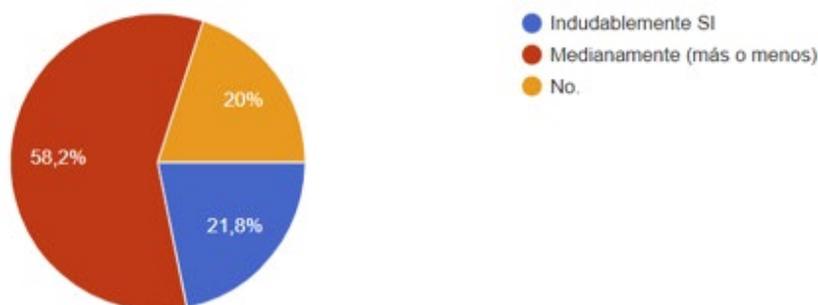
El cuestionario aborda los puntos siguientes:

- ¿Te consideras una persona emprendedora?
- ¿Cuáles son las características de una persona emprendedora?
- ¿Qué consideras que debe saber un emprendedor?
- ¿Cuál es la mejor actitud con la que debe contar una persona que emprende?
- ¿Qué habilidades debe tener una persona que creará su empresa?
- ¿En qué porcentaje en las materias que cursas impulsan que el alumno trabaje en la creación de su empresa?
- ¿En cuáles materias sí se promueve que los alumnos puedan crear su propia empresa?
- ¿En qué consiste el apoyo que se brinda en la universidad para el desarrollo de un espíritu de empresa?

- ¿Cuáles son las actividades que un profesor lleva a cabo para el desarrollo de la idea de formar una empresa?
- Menciona qué debería hacer un profesor para motivar en clase a formar/crear un empleo propio.
- ¿Qué actitudes debe promover el profesor cuando se hable de construir una empresa?
- ¿Cuáles actividades deberían realizarse desde el salón para trabajar en la dirección emprendedora?
- Señala cuáles habilidades, conocimientos, actitudes y valores te hacen falta para ser un individuo emprendedor.
- ¿Qué tan convencido estás de crear una empresa?
- Califica de 1 a 10 cada una de las áreas siguientes en función de tu dominio de ellas: manejo de recursos humanos, mercadotecnia, manejo financiero, toma de decisiones, actitud por emprender, gestión de recursos físicos.

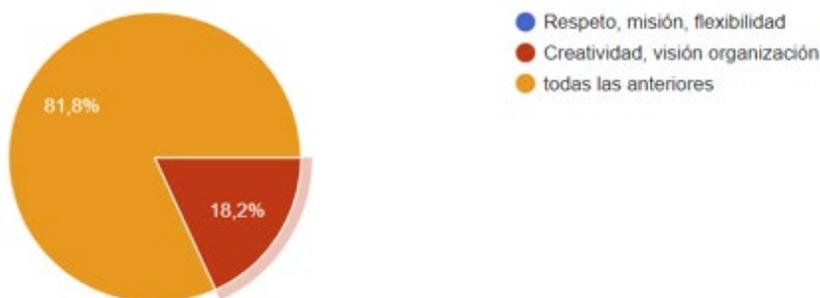
RESULTADOS

Se presentan los resultados del instrumento en 55 estudiantes de la comunidad de la Facultad de Informática de la Universidad Autónoma de Querétaro. En la Gráfica 1 se observa que un 21 % de los encuestados señala que se visualizan como individuos que emprenden. Una cantidad similar señala que no son emprendedores (20 %), y un porcentaje mayoritario (58 %) considera que su nivel de emprendimiento cuenta con un desarrollo mediano.



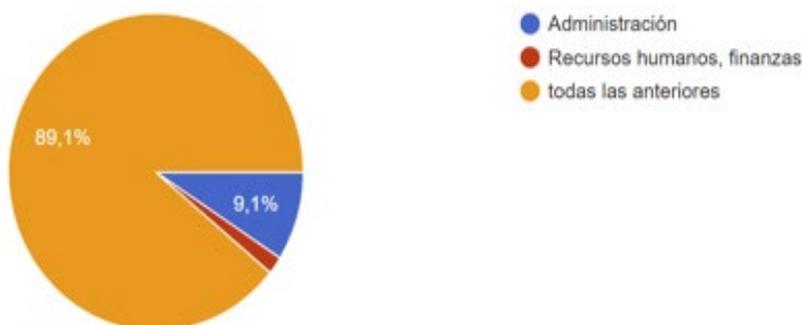
GRÁFICA 1. IDENTIFICACIÓN POR SER EMPRENDEDOR.

En la Gráfica 2 se manifiestan las características del emprendedor. Un gran porcentaje de las respuestas (81.8 %) sugiere que, para considerarse un individuo emprendedor, se deben tener en cuenta varias características, tales como: respeto, misión, flexibilidad, creatividad, visión y organización. Casi la quinta parte de los encuestados señalan como puntos fundamentales la creatividad, la visión y la organización, es decir, aspectos completamente ligados a la productividad y el enfoque de la empresa y no al desarrollo de valores y actitudes.



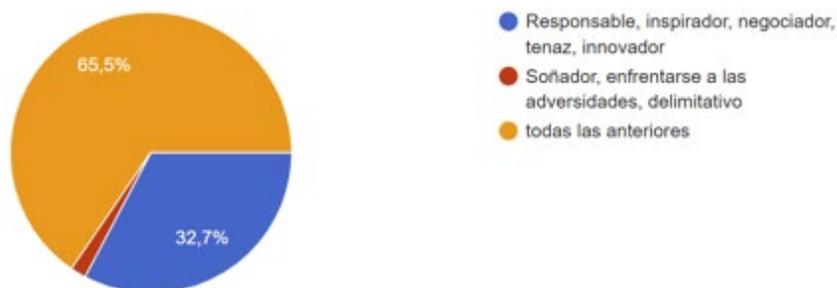
GRÁFICA 2. CARACTERÍSTICAS DEL INDIVIDUO EMPRENDEDOR.

En la Gráfica 3, un 89.1 % de los resultados considera que los conocimientos con que debe contar el emprendedor son aspectos de la administración, finanzas y recursos humanos. El porcentaje 9.1 % considera que la atención debe recaer en la administración de la misma organización y otro 1.8 % señala que lo principal solo son los recursos humanos y financieros.



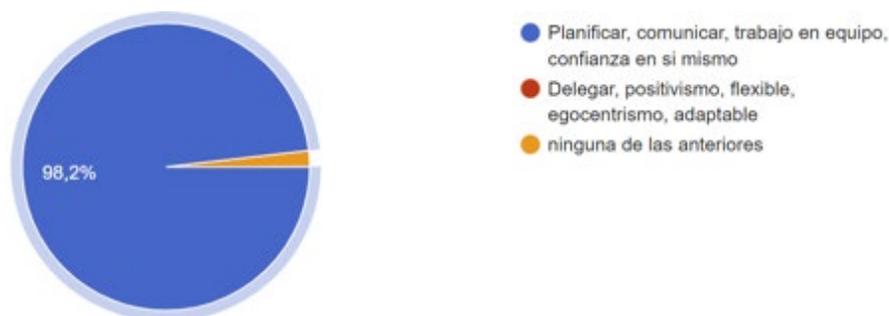
GRÁFICA 3. SABERES QUE DEBE DOMINAR UN EMPRENDEDOR.

La Gráfica 4 se refiere a las actitudes necesarias de un emprendedor. Un 32.7 % señala la responsabilidad, la inspiración, la negociación, la tenacidad y la innovación como elementos fundamentales en el emprendedor. Un porcentaje mayor (65.5%) afirma que, además de las anteriores, también hace falta tener sueños y la habilidad para enfrentarse a las adversidades y delimitar las áreas de enfoque.



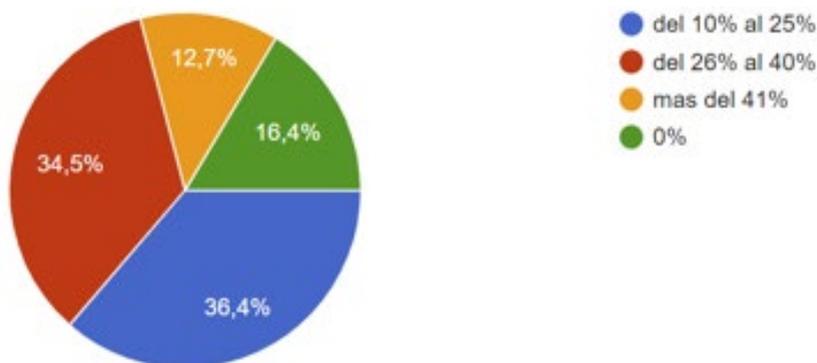
GRÁFICA 4. ACTITUDES NECESARIAS EN UN EMPRENDEDOR.

En la Gráfica 5, se observa por arrolladora mayoría (98.2%) que la planeación, la comunicación, el trabajo en equipo y la confianza en uno mismo se identifican como fundamentales. Elementos como habilidad de delegación, optimismo, flexibilidad, egocentrismo y adaptabilidad se consideraron de menor valía.



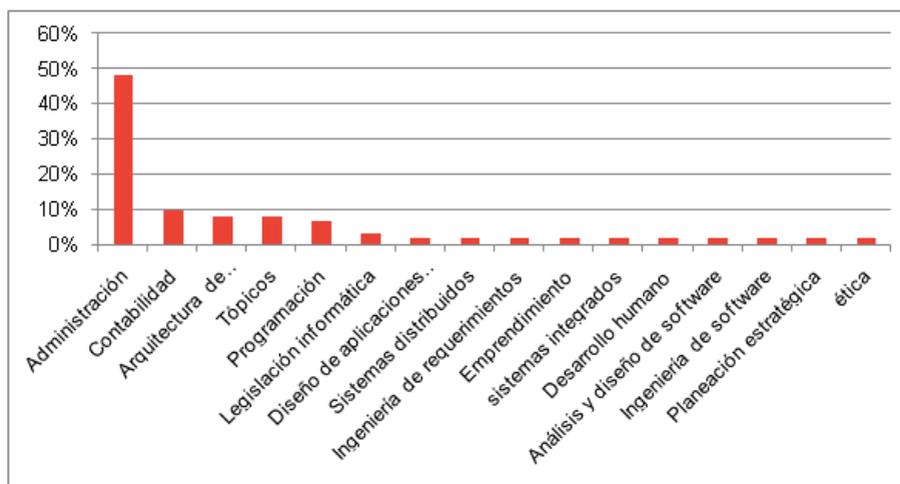
GRÁFICA 5. HABILIDADES NECESARIAS EN UN EMPRENDEDOR.

La Gráfica 6 muestra la distribución de las percepciones de las materias donde se promueve que se generen empresas propias. Un 16.4 % asevera que en ninguna materia se motiva ese impulso; el porcentaje mayor (36.4 %) indica que es entre el 10 % y el 25 % de las materias donde se propicia esta idea. Las percepciones tienen una gran variabilidad.



GRÁFICA 6. PORCENTAJE DE MATERIAS EN DONDE SE PROMUEVE LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PROPIA.

La Gráfica 7 muestra las materias donde se promueve el espíritu de generación de empresas. Las materias del área de Administración son las principales promotoras de esta conciencia emprendedora. Contabilidad, arquitectura de computadoras, tópicos y programación se consideran también, aunque con menores valoraciones, como promotoras de un espíritu emprendedor. Otras clases se mencionan como significativas, entre ellas: sistemas distribuidos, desarrollo humano, planeación estratégica, etc.



GRÁFICA 7. MATERIAS MAYORMENTE CITADAS EN DONDE SE PROMUEVE LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PROPIA.

La Gráfica 8 señala las actividades que realiza el profesor, tendientes a desarrollar el impulso emprendedor en los estudiantes. Un 30.8 % declara que los profesores fomentan tareas dirigidas al desarrollo conceptual de ideas, un 15.4 % señala que los profesores realizan aplicaciones dirigidas a la práctica, tales como el estudio de casos. Un 53.8 % señala que los profesores llevan a cabo actividades que impulsan tanto la práctica como la teoría.



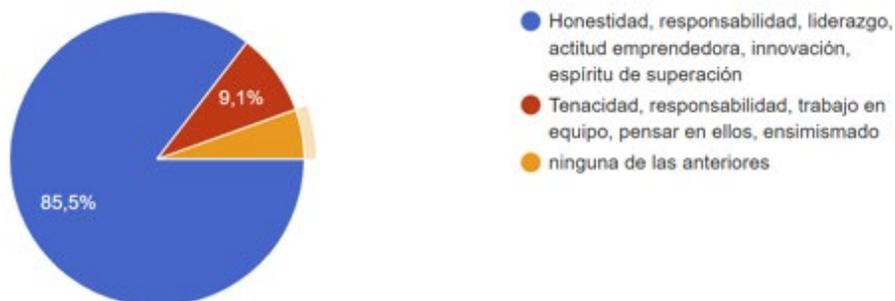
GRÁFICA 8. ACTIVIDADES QUE UN PROFESOR LLEVA A CABO PARA DESARROLLAR LA IDEA POR CREAR UNA EMPRESA.

La Gráfica 9 recopila las propuestas respecto a lo que debe realizar el profesor para promover el espíritu de creación de empresas. Prácticamente son similares los esfuerzos por enfocar la preparación profesional a fin de que los egresados se puedan desempeñar como directores, gerentes o empleados y los esfuerzos para que se enfoquen a crear su propia empresa y funjan como dueños o socios empresariales.



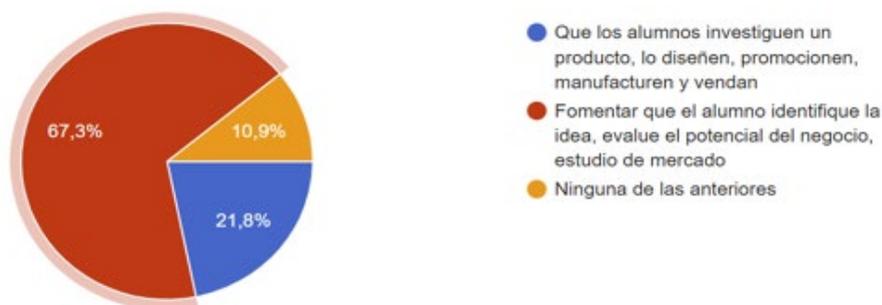
GRÁFICA 9. ACTIVIDADES QUE DEBE REALIZAR UN PROFESOR PARA DESARROLLAR LA IDEA DE CREAR UNA EMPRESA.

La Gráfica 10 muestra las actitudes que el profesor se proponen debe ayudar a desarrollar y que son de gran importancia para construir una visión emprendedora. Un 85,5 % se manifiesta por el fomento de actitudes de honestidad, responsabilidad, liderazgo, actitud emprendedora, innovación y espíritu de superación.



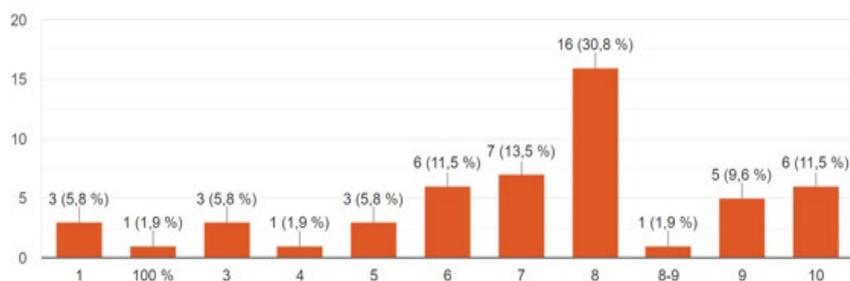
GRÁFICA 10. ACTITUDES QUE DEBE PROMOVER EL PROFESOR EN CLASE AL HABLAR ACERCA DE CREAR UNA EMPRESA.

La Gráfica 11 presenta las actividades que se proponen que realice o impulse el profesor para alentar el emprendimiento. Se destaca “fomentar que el alumno identifique la idea, evalúe el potencial de un producto, y el estudio del mercado”, otro 21.8 % indica que investigar acerca de un producto, que se diseñe, promocióne, manufacture y sea vendido es lo fundamental.



GRÁFICA 11. ACTIVIDADES QUE DEBE PROMOVER EL PROFESOR EN CLASE AL INCITAR LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA.

La Gráfica 12 rinde los diferentes porcentajes de distribución acerca del nivel de convencimiento para crear una empresa. Considerando una escala de 0 a 10, se observa que el porcentaje más alto corresponde a la evaluación de 8 con un 30.8 % y las más bajas corresponden a los números 2, 4 y valores entre 8 y 9.

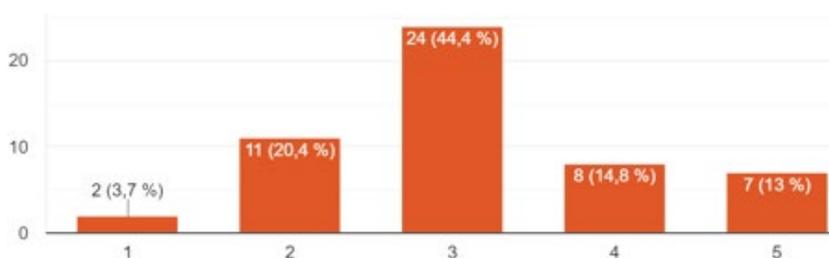


GRÁFICA 12. NIVEL DE CONVENCIMIENTO POR CREAR UNA EMPRESA (AUTOEVALUACIÓN DE 1 A 10).

A continuación, en la Gráfica 13, se ven los resultados de los distintos rubros considerando la escala siguiente:

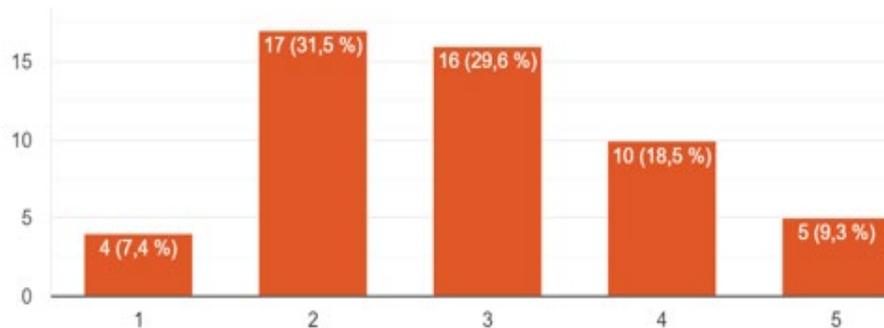
1. Dominio impecable
2. Dominio aceptable
3. Dominio moderado
4. Dominio deficiente
5. Dominio nulo

Se observa que un manejo intermedio de los recursos humanos implica el mayor puntaje (44.4 %).



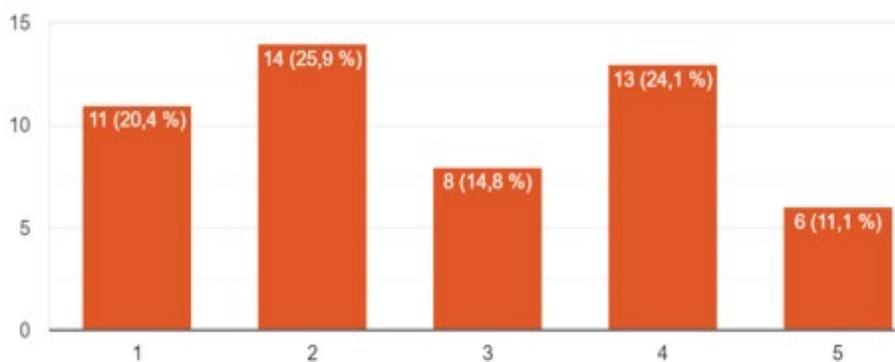
GRÁFICA 13. AUTOEVALUACIÓN EN EL MANEJO DE RECURSOS HUMANOS. 1 MUY BUENO; 2 BUENO; 3 REGULAR; 4 ESCASO; 5 NULO.

En la Gráfica 14 se manifiestan las autopercepciones respecto al grado de dominio en el área financiera. El promedio general de este aspecto resulta entre bueno y regular. Todo ello denota una percepción de cierto control de esa área.



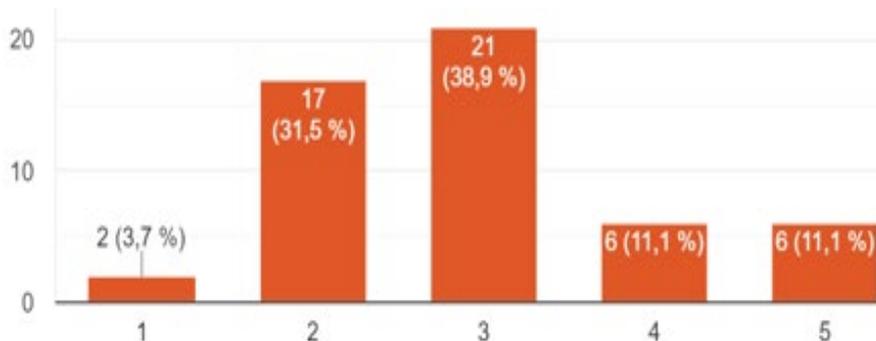
GRÁFICA 14. AUTOEVALUACIÓN EN EL MANEJO FINANCIERO. 1 MUY BUENO; 2 BUENO; 3 REGULAR; 4 ESCASO; 5 NULO.

La Gráfica 15 muestra una autoevaluación de la actitud por emprender. La distribución revela una tendencia de más de 46 % concerniente a un dominio muy bueno y bueno de este rubro. Un 35 % señala su dominio entre nulo y escaso.



GRÁFICA 15. AUTOEVALUACIÓN RESPECTO A LA ACTITUD POR EMPRENDER. 1 MUY BUENO; 2 BUENO; 3 REGULAR; 4 ESCASO; 5 NULO.

En la Gráfica 16 se muestra una autoevaluación respecto al dominio de recurso físicos. Un poco más del 35 % señala que son buenos o muy buenos en el manejo de este rubro. Un 22.2 % considera su dominio escaso o nulo.



GRÁFICA 16. AUTOEVALUACIÓN RESPECTO AL MANEJO DE RECURSOS FÍSICOS. 1 MUY BUENO; 2 BUENO; 3 REGULAR; 4 ESCASO; 5 NULO.

De los resultados se realiza el siguiente análisis:

- La mayoría de los estudiantes se considera medianamente emprendedora.
- Identifican varias características como importantes en el emprendimiento (respeto, misión, flexibilidad, creatividad, visión, entre otras).
- La planificación, comunicación, desarrollo del trabajo en equipo y autoconfianza son considerados imprescindibles por la mayoría de los encuestados.
- Afortunadamente, sí existen materias que promueven el emprendurismo en los planes de estudio de las TIC.
- Existe un porcentaje similar de quienes piensan que el profesor debe incentivar al alumno a fundar su empresa y quienes consideran que eso es tan importante como prepararse para participar en una empresa existente.
- Mayoritariamente se desea que el profesor fomente la creación de ideas de negocio y evalúe su potencial y el mercado existente.
- Casi el 55 % de los encuestados (con calificación de 8 o mayor) señala que está convencido de crear una empresa.

CONCLUSIONES

Los estudiantes expresaron su interés en que la universidad se enfoque en desarrollar el espíritu de emprender, aunque perciben que hay mucho por hacer. Algunos profesores han detectado esta necesidad y ya incluyen actividades, reflexiones y casos que permiten centrarse en ese fin. Es conveniente contar con foros que faciliten compartir sus enfoques de éxito.

Es indispensable llevar a cabo una reflexión docente para que, en todas las materias, dentro de lo posible y considerando la naturaleza de las mismas, se promueva la creación de competencias que desarrollen y consoliden la actitud emprendedora. Esto impulsará el crecimiento de los egresados y afianzará las economías local y nacional. El propósito fundamental de la Universidad y los docentes, es formar profesionales comprometidos consigo mismos, con

sus familias y con el país: emprendedores que apoyen el lugar donde radican para propiciar mejores niveles de bienestar.

La globalización demanda personas capaces de relacionarse y negociar eficazmente, por ello es menester impulsarlos desde el salón de clase a formarse como emprendedores. Es deseable la creación de concursos, encuentros, intercambios alusivos y otras herramientas y técnicas para el continuo fomento del conocimiento en emprendimiento; su divulgación ininterrumpida favorecerá la competitividad, tanto individual como grupal. Asimismo, es esencial realizar actividades que favorezcan la introducción de productos o servicios innovadores, promoviendo una cultura tecnológica que apoye al emprendimiento desde el entorno universitario.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga Tovar, J. (2006). Psicometría: test psicométricos, confiabilidad y validez, en: Quintana Alberto, Psicología: Tópicos de Actualidad. Lima: UNMSM.
- Baque Villanueva, L. K. (2019). Vinculación de Uniandes - Quevedo y su Impacto en el Desarrollo de Emprendimientos en la Provincia de Los Ríos, Centros. *Revista Científica Universitaria*.
- Cabana-Villca, R., Cortés-Castillo I., Plaza-Pasten D., Castillo-Vergara M. y Alvarez-Marín A. (2013). Análisis de las capacidades emprendedoras potenciales y efectivas en alumnos de centros de educación superior. *Journal of Technology Management & Innovation*.
- Cabero, J. (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos, Límites y posibilidades. *Perspectiva Educativa, Formación de Profesores*.
- Cortada De Kohan, N. (2004). Teoría de respuesta al ítem: supuestos básicos. *Revista Evaluar*.
- Chapa, E. A. (2008). Programa Emprendedor Obligatorio. *Alternativa de Educación Integral Formación Universitaria, Formación Universitaria*.
- Dada, O. y Fogg, H. (2016). Organizational learning entrepreneurial orientation, and the role of university engagement in SMES. *International Small Business Journal*.
- Fernández Navas, M., Alcaraz Salarirche, N., y Sola 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*.
- Graevenitz, G., Harhoff, D. y Weber, R. (2010). The Effects of Entrepreneurship Education. *Journal of Economic Behavior and Organization*.
- Gutiérrez, J. (2015). Modelo de competencias investigativas empresariales desde la universidad, empresa y estado en Colombia, Prax. *Saber*.
- Karimi, S., Biemans, H. J. A., Lans, T., y Mohamnad, C. y Mulder, M. (2016). The impact of entrepreneurship education: A study of iranian students' entrepreneurial intentions and opportunity identification. *Journal of Small Business Management*.
- Lima, E., Lopes, R., Nassif, V. y da Silva, D. (2015). Opportunities to Improve Entrepreneurship Education: Contributions Considering Brazilian Challenges. *Journal of Small Business Management*, 53(4), 1033-1051.

- López-de-Alba, P., Zavala, M., De la Garza, M., López-Lemus, J., & Ramos, C. (2016). Causas de fracaso en empresas sociales mexicanas. *The Failure Institute*.
- López Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación*.
- Olivar, A. y Daza, A. (2007). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y su impacto en la educación del siglo XXI. *Negotium*.
- Robles, A. y Pelekais, C. (2015) Emprendimiento y gerencia de los procesos organizativos. *Madrid: Editorial Académica Española*.
- Sanabria-Rangel, P. E., Morales-Rubiano, M. E. y Ortíz-Riaga, C. (2015). Interacción Universidad y entorno: Marco para el emprendimiento. *Educación y Educadores*.
- Santiago, C. (2014). Educación: El motor del emprendimiento social. *Educación y Cultura AZ*.
- Suárez, M., Suárez, L., y Zambrano, S. M. (2017). Emprendimiento de jóvenes rurales en Boyacá- Colombia: Un compromiso de la educación y los gobiernos locales. *Revista de Ciencias Sociales*.
- Weicht, R. (2018). Education systems can stifle creative thought. *Here's how to do things differently, Ginebra, Suiza: World Economic Forum*.
- Zamora, J. (2015). Análisis de la confiabilidad de los resultados de la prueba de diagnóstico matemática en la Universidad Nacional de Costa Rica utilizando el modelo de Rasch. *Actualidades en Psicología*, 29(119), 153-165.
- Zorita, E. (2015). Plan de Negocio. *ESIC Editorial*.



Emprennova