

ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO

ZONE OF PROXIMAL DEVELOPMENT

I. Olivos Barranco¹
P. D. U. Avendaño López²
A. Núñez Cuadra³

RESUMEN

El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es entendida por Vigotsky como "la distancia entre el nivel real del desarrollo, y el nivel de desarrollo potencial". Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*. El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inició formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023 como un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo se convierte, al socializar el proceso hacedor a través del lenguaje, en una ZDP. Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, los estudiantes materializan los conceptos teóricos de física y matemáticas.

ABSTRACT

The Educational Model of the Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanism for social justice" lays the foundations of its academic work at the meeting point between socioconstructivism and critical thinking. A Zone of Proximal Development (ZDP) is understood by Vigotsky as "the distance between the actual level of development and the level of potential development". Makerspaces have had a constant growth since they were created, especially in universities, and the way in which the Maker movement puts into practice, in an intrinsic way, the theories of constructivist learning has attracted attention. In Mexico, however, few universities have a Makerspace. The Maker Classroom Laboratory of the Instituto Tecnológico de Milpa Alta formally began its operation on September 8, 2023 as a space to share ideas that when materialized in a model or prototype becomes, by socializing the maker process through language, a ZDP. By carrying out projects in the Aula Maker Lab, students materialize the theoretical concepts of physics and mathematics.

ANTECEDENTES

El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Por medio de la conjunción de ambas perspectivas se prepara al estudiantado para actuar con autonomía, autogestión y liderazgo en escenarios complejos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) debe, por un lado, ofrecer una estructura donde se aseguren los conocimientos en ciencias básicas y matemáticas como sustento de todas las áreas formativas y, por otro lado, que pueda adaptarse a las fronteras del conocimiento y necesidades del entorno (Tecnológico Nacional de México, 2024).

¹ Profesor de carrera. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. iob.olivos@gmail.com

² Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. pavell183362@gmail.com

³ Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Tlalpan. cuadra.na@gmail.com

Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), como se muestra en la Figura 1, es entendida por Vigotsky como “la distancia entre el nivel real del desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un docente en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1979, p.133). Esta definición destaca la importancia del ámbito social, pues a través de la colaboración y realización de actividades el estudiantado comparte y “negocia” ciertas interpretaciones, compartiendo signos y símbolos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Figura 1. Zonas de Desarrollo Próximo (ZDP).



Fuente: Tecnológico Nacional de México (2024)

El TecNM ofrecerá a sus estudiantes escenarios mediados y ambientes abiertos de aprendizaje, que fomenten experiencias de aprendizaje tomando en consideración diferentes niveles en su proceso de desarrollo, ubicando los productos acabados de desarrollo (nivel de desarrollo real) como un elemento secundario de consideración. Un escenario mediado es aquel en la que el estudiante tiene una participación guiada por el profesor que actúa como mediador entre los conocimientos teórico-conceptuales y su aplicación en situaciones tanto ideales como reales (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Por otro lado, un ambiente abierto de aprendizaje es un espacio, ya sea virtual o físico, que está centrado en las y los estudiantes, brindándoles flexibilidad en el acceso a los materiales y herramientas disponibles para su aprendizaje sin necesidad de estar inscrito a un curso o de seguir un plan de estudios y que, en el caso de un espacio físico, el uso de los materiales está mediado por un docente facilitador.

En los años cincuenta del siglo pasado, surgió un movimiento conocido como *Do It Yourself* (DIY, “Hágalo usted mismo”, en español), cuyo propósito es incentivar a las personas para que realicen actividades como reparaciones en el hogar, fabricación de muebles e incluso la construcción de artefactos tanto decorativos como utilitarios. En 2005, este movimiento fue retomado por Dale Dougherty, de O’Reilly Media, quien lanzó la revista Make®, con lo cual inició lo que ahora se conoce como *Maker Movement* o “movimiento hacedor”. A partir de 2006, en Estados Unidos comenzaron a realizarse las Maker Faires®, exhibiciones de los proyectos realizados por los entusiastas de ese movimiento emergente.

En años recientes, el movimiento *Maker* ha recibido mucha atención, pues se ha convertido en una forma de expresión creativa y comunitaria, con un número creciente de seguidores. El movimiento tiene tres componentes principales: 1) *Making*, como un conjunto de actividades, 2) los *Makerspace*, como comunidades de práctica y 3) los *Makers* como individuos (Halverson & Sheridan, 2014).

Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*.

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación es del tipo documental mixta cuantitativa – cualitativa. Se enumeran y describen las actividades que se han realizado el Laboratorio Aula *Maker*, como un espacio para compartir herramientas, conocimientos e ideas (Colindres, 2015).

Para el Tecnológico Nacional de México, una competencia es la integración y aplicación estratégica de conocimientos, procedimientos y actitudes necesarios para la solución de problemas de contexto, con una actuación profesional, ética, eficiente y pertinente en escenarios laborales heterogéneos y cambiantes (Tecnológico Nacional de México, 2014).

Este concepto de competencia más allá de lo cognitivo y lo laboral se centra en la definición y comprensión del ser competente como una forma de vida, por lo tanto, se centra en formar competencias para la vida (Gamino-Carranza & Acosta-González, 2016).

Los Programas de Estudio que se desarrollan en el TecNM están soportados por los siguientes contenidos (DGEST, 2012):

- Los contenidos conceptuales -el saber- son constructos teóricos que ayudan al estudiante a resolver un problema de carácter científico. Son de carácter disciplinario y fundamentan a los contenidos procedimentales.
- Los contenidos procedimentales -el saber hacer- son ejecuciones de procesos, métodos, técnicas y procedimientos relacionados con el tratamiento de problemas de producción. En el saber hacer se expresan de manera operativa los contenidos conceptuales.
- Los contenidos actitudinales -el saber ser- son pautas habituales de actuación que conforman el perfil ético de la persona como profesional.

Estos contenidos de los Programas de Estudio y del Modelo Educativo "Humanismo para la justicia social" del TecNM se toman como base para el desarrollo del proyecto Laboratorio Aula *Maker*, considerando que las características de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en proyectos, uso de herramientas y nuevas tecnologías pueden coadyuvar al logro de los objetivos en la adquisición de competencias genéricas e instrumentales que den soporte al pensamiento crítico y creativo para transformar a la sociedad.

El pensamiento crítico es una de las habilidades más apreciadas en los mercados de trabajo pues fortalece el análisis sistémico y la formulación de alternativas de solución (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Laboratorio Aula *Maker* que se muestra en la Figura 2, es un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo permite, de forma simultánea, socializar el proceso hacedor a través del lenguaje.

Figura 2. Laboratorio Aula *Maker* del TecNM - I.T. de Milpa Alta.



Con la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación se fortalece la labor académica y se contribuye a la generación del conocimiento, a través del desarrollo de productos, diseños, procesos y servicios que mejoran la calidad de vida de la sociedad (TecNM, 2020).

La Innovación Tecnológica es el resultado de acciones que propicien el desarrollo, la producción y la comercialización de nuevos o mejorados productos y/o servicios. Incluye además la reorganización de procesos productivos, la asimilación o mejora sustancial de un

servicio o proceso productivo y que todas estas acciones hayan satisfecho una necesidad social o que estén avaladas por su éxito comercial (DGEST, 2012).

El fortalecimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico, la vinculación y el emprendimiento (TecNM, 2020) es uno de los ejes estratégicos que se plantean dentro del TecNM. Los indicadores de este eje estratégico son la conformación de grupos de trabajo interdisciplinario para la innovación y emprendimiento, así como el desarrollo de prototipos e iniciativas de nuevos negocios en la comunidad TecNM.

RESULTADOS

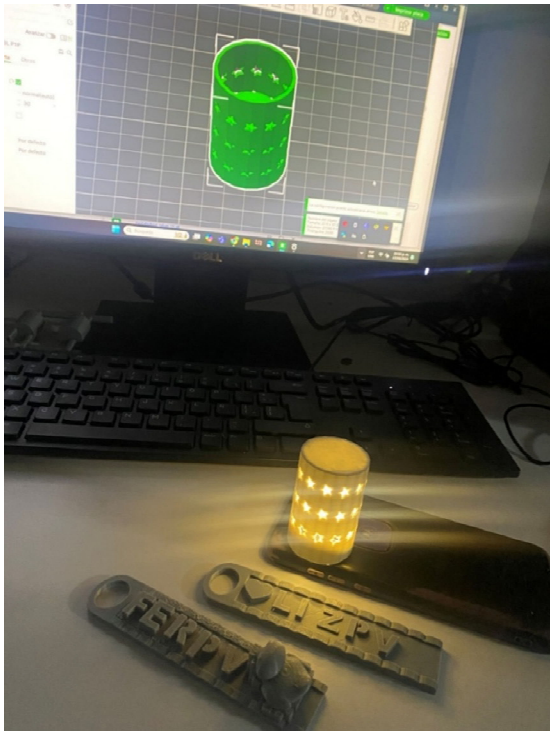
El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inicio formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023. A partir de esa fecha se han realizado prácticas, como se muestra en la Tabla 1, utilizando equipos, material de laboratorio, herramientas menores y la impresora 3D.

Tabla 1. Prácticas realizadas en el Laboratorio Aula Maker.

Carrera	Asignatura	Práctica
Ingeniería Bioquímica	Electromagnetismo	La carga eléctrica Conductores y aislantes Campo eléctrico Campo magnético Ley de Lenz
	Cálculo Vectorial	Impresión 3D de curvas helicoidales
Ingeniería en Sistemas Computacionales	Principios eléctricos y Aplicaciones Digitales	Resistores y Ley de Ohm Resistores en serie Resistores en paralelo Diodo de cristal Diodo Zener Transistor Puertas lógicas Mapa de Karnaugh
	Física General	Equilibrio en 2 dimensiones Espejos y lentes Cargas electrostáticas Capacitores Resistencias Inductores Imanes y campo magnético
	Dibujo asistido por computadora	Impresión 3D de llavero personalizado
Ingeniería en Gestión Empresarial	El Emprendedor y la Innovación	Impresión 3D de maqueta de producto
Ingeniería en Industrias Alimentarias	Taller de control estadístico de procesos	Uso del vernier

Una práctica de laboratorio es una actividad guiada que aplica conceptos teóricos previamente definidos y que busca obtener ciertos resultados acordes con el tema en cuestión. En estas prácticas el enfoque constructivista se utiliza de manera intrínseca, por lo que la idea de *aprender haciendo* se aplica cotidianamente (Olivos et al., 2024). Esta misma metodología de trabajo se puede extrapolar hacia la realización de nuevas prácticas utilizando equipos modernos como por ejemplo la impresión 3D de curvas helicoidales para la asignatura de Cálculo Vectorial.

Figura 3. *Impresión 3D de maqueta de producto y llavero personalizado.*



La impresión 3D es una tecnología de fabricación aditiva que crea una impresión de plástico (PLA) mediante la superposición iterativa de los materiales necesarios hasta completar el producto final. La impresión 3D suele ser más rápida que las alternativas convencionales para la fabricación de plástico, lo que la ha convertido en una opción cada vez más popular en la industria 4.0.

Además de las prácticas, también se han impartido talleres y realizados proyectos académicos, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Talleres y proyectos realizados en el Laboratorio Aula Maker.*

Actividad	Producto
Taller de máquinas y herramientas	Pieza decorativa realizada con tiras de hierro soldado
Taller de impresión 3D	Pieza impresa en 3D con filamento PLA
Taller aprende a soldar	Circuito con iluminación LED y sensor de sonido
Proyecto final de la asignatura Sistemas Programables	Impresión 3D de Robot bailarín y robot sumo
Proyecto final de la asignatura fundamentos de telecomunicaciones	Impresión 3D a escala de rack para site

En los talleres se desarrollan habilidades manuales -el saber hacer-, así como competencias actitudinales como el trabajo en equipo -el saber ser-.

CONCLUSIONES

La creatividad y la innovación han permitido el desarrollo de innumerables avances tecnológicos que son parte de la vida cotidiana en la actualidad.

El movimiento *Maker* es una respuesta a la necesidad de socialización del aprendizaje. Se retoma la base de aprender haciendo, inherente al ser humano, y se aplica con el uso de nuevas tecnologías. Esta tendencia llama la atención de la educación formal debido a que se identifican los componentes constructivista y construccinista del movimiento *Maker*.

La impresión 3D promueve la innovación y creatividad ya que brinda la posibilidad de materializar una idea en algo tangible.

Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, como el que se presenta en la Figura 4, los estudiantes pueden materializar conceptos teóricos de física y matemáticas impartidos en las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Figura 4. *Pieza decorativa realizada en el Laboratorio Aula Maker.*



Los beneficios que tendrá el estudiante al hacer uso del Laboratorio Aula Maker, las estrategias para crear experiencias de aprendizaje, la evaluación de las competencias adquiridas, son algunas líneas de investigación a seguir.

BIBLIOGRAFÍA

Colindres, C. R. (2015). Makerspace: Un novedoso servicio a ser considerado por bibliotecas públicas y académicas. Infoboletín ABES, 1(1), s. p. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/55743579/infoboletin-abes-no-1>

- DGEST. (2012). Modelo educativo para el siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales. Dirección General de Educación Superior Tecnológica.
- Gamino-Carranza, A., & Acosta-González, M. G. (2016). Modelo curricular del Tecnológico Nacional de México. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 212–232. <https://doi.org/10.15359/ree.20-1.10>
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Olivos, I., Suárez, J., & Mendoza, F. Y. (2024). Un plan para crear un makerspace. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. <https://itmilpaalta.edu.mx/pag/makerspace.php?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2014). Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales del Tecnológico Nacional de México. <https://tesvb.edomex.gob.mx/sites/vbravo.tecnm.mx/files/files/Aspirantes/Carreras/Modelo%20Educativo%20para%20el%20siglo%20XXI.pdf?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2020). Programa de Desarrollo Institucional (PDI) 2019–2024. <https://ith.mx/documentos/ITH%20PDI%20V7%202018%202024.pdf?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2024). Modelo educativo del TecNM: Humanismo para la justicia social. https://www.tecnm.mx/archivos/slider/Modelo_Educativo_del_TecNM_digital_orig.pdf?utm
- Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores (2.^a ed.). https://www.academia.edu/42955149/EL_DESARROLLO_DE_LOS_PROCESOS_PSICOL%C3%93GICOS_SUPERIORES?utm