

## Modelos de mecanismos de movimiento real como apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la ingeniería electromecánica

### Enhancing electromechanical engineering education through real motion mechanism models: A didactic approach

*Erick Rolando Valadez Meza<sup>a</sup>, Beatriz Aguilar Lara<sup>b</sup>, Ismael Barrera González<sup>c</sup>*

---

#### Abstract:

Achieving meaningful learning in electromechanical engineering is increasingly challenging due to the diverse learning styles of students, which requires educators to adopt innovative teaching strategies. This study proposes using real motion mechanism models as a didactic tool to enhance the teaching and learning process, particularly addressing students' difficulties in interpreting the kinematics of mechanisms and developing spatial reasoning skills. Based on diagnostic assessments, these models were introduced to aid students in overcoming conceptual barriers. By the end of the term, students in the fourth semester of the Electromechanical Engineering program demonstrated significant improvements in conceptual understanding, collaborative work, and decision-making skills, as evidenced by higher passing rates and more confident engagement with course material.

#### Keywords:

*Models of real motion mechanisms, significant learning, assessment*

---

#### Resumen:

El aprendizaje significativo en la actualidad es un reto alcanzarlo, debido a la diversidad de aprendizaje de los distintos grupos de estudiantes, lo que implica para el docente la necesidad de buscar nuevas estrategias de enseñanza. El presente trabajo tiene la finalidad de dar a conocer una propuesta de emplear los modelos de mecanismos de movimiento real como un apoyo didáctico para el proceso de enseñanza- aprendizaje, debido a la dificultad de estudiantes en la interpretación de la cinemática de mecanismos y la habilidad espacial a partir de la aplicación de una evaluación diagnóstica. Asimismo, al concluir este período escolar se pudo observar una mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes del cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica como lo son: el manejo de conceptos, disposición para el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones reflejados con calificaciones aprobatorias.

#### Palabras Clave:

*Modelo de mecanismo de movimiento real, aprendizaje significativo, evaluación*

---

### Introducción

El concepto de "modelo" puede variar entre diferentes campos como la ciencia y la tecnología. Esto se debe a que este término es interpretado de diferentes maneras. Por lo tanto, un concepto con el mismo nombre puede funcionar en las diferentes áreas del conocimiento. Sin

embargo, se puede utilizar el concepto de "modelo didáctico" el cual se define como un elemento diseñado para aprender, practicar, evaluar, visualizar un fenómeno físico. [1]

De lo anterior se introduce el concepto de modelos de mecanismos de movimiento real los cuales constituyen

---

<sup>a, c</sup> Autor de Correspondencia, Tecnológico Nacional de México | Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo | Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0001-2140-0826>, Email: [evaladez@itsoeh.edu.mx](mailto:evaladez@itsoeh.edu.mx);

<https://orcid.org/0000-0003-2428-9307>, Email: [ibarrera@itsoeh.edu.mx](mailto:ibarrera@itsoeh.edu.mx)

<sup>b</sup> Instituto Lestonnac Pachuca | Pachuca, Hidalgo | México, <https://orcid.org/0009-0008-9130-8022>, Email:

[baguilar@institutolestonnac.edu.mx](mailto:baguilar@institutolestonnac.edu.mx)

Fecha de recepción: 02/07/2024, Fecha de aceptación: 24/09/2024, Fecha de publicación: 05/01/2025

DOI: <https://doi.org/10.29057/est.v10i20.13361>



excelentes medios didácticos para la enseñanza de diversas disciplinas enfocadas al área mecánica de cinemática, análisis y diseño de mecanismos ya que ofrecen una representación muy aproximada de elementos mecánicos utilizados en el sector industrial [2]. Estas representaciones pueden construirse de forma física en dos o tres dimensiones.

La construcción de modelos de mecanismos de movimiento real puede convertirse en una herramienta que promueve la formación de estudiantes con pensamiento crítico, cuando se invita a los estudiantes a indagar las condiciones de su entorno. A partir de la identificación de las problemáticas en el proceso de enseñanza aprendizaje, se plantea un análisis teórico referido a la estructura del modelo del siglo XXI de la educación superior tecnológica (TecNM), basándose en los referentes del modelo y sus métodos de aula [3].

Durante el análisis del rendimiento de los estudiantes en ciclos escolares anteriores se pudo apreciar que alrededor del 60% de estudiantes que cursan la asignatura de Análisis y síntesis de mecanismos previo a la pandemia, presentan serias dificultades para acreditar la asignatura. Cabe mencionar que no se estarán considerando los cursos que no fueron de forma presencial debido a la pandemia de COVID, ya que las condiciones de evaluación fueron distintas.

Al inicio del semestre enero-mayo 2024, el desempeño de los estudiantes en la evaluación diagnóstica permitió establecer los criterios sobre los cuales se desarrollarían propuestas didácticas a través de un sistema de enseñanza controlada, fundamentado en un enfoque pedagógico-didáctico. Las actividades diseñadas por el docente abordaron las problemáticas de los estudiantes, quienes, mediante el desarrollo de proyectos formativos —incluyendo el diseño, construcción y experimentación de modelos—, elaboraron mecanismos de movimiento real. Para ello, emplearon conceptos de la asignatura, la experimentación, la investigación y el análisis de funcionamiento y resultados.

A partir de los datos recopilados y mediante instrumentos de evaluación (listas de cotejo y evaluaciones escritas), se evidenció el uso del aprendizaje conceptual y el desarrollo de competencias en física. Esto contrastó con la información diagnóstica y demostró la utilidad didáctica de los mecanismos de movimiento real en la enseñanza de temas relacionados con conceptos de mecanismos, tales como pares cinemáticos, grados de libertad, manivela, balancín, biela, engranajes y levas, entre otros.

El trabajo académico en la asignatura de Análisis y Síntesis de Mecanismos, que se imparte en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, de acuerdo con el modelo institucional de educación superior tecnológica, se enfoca en desarrollar en el estudiante la habilidad para resolver problemas de mecanismos articulados, fomentando la creatividad y aumentando la disposición para el trabajo en equipo [4].

Es evidente que, desde hace varios años, los estudios universitarios enfrentan una crisis pedagógico-didáctica que a menudo no se reconoce. La docencia centrada en la explicación del profesor frente a un grupo de estudiantes sigue siendo el modelo predominante en el aula [5].

En todo proceso de aprendizaje es fundamental la labor del facilitador y del estudiante, desde la perspectiva del trabajo colaborativo y la comunicación asertiva, para alcanzar un aprendizaje significativo. [6]

El presente trabajo tiene como propósito el uso de mecanismos de movimiento real como propuesta de apoyo didáctico, con el objetivo de mejorar el desempeño de los estudiantes y el índice de aprobación.

## Metodología

El aprendizaje significativo se fundamenta principalmente en las teorías del conocimiento de diversos autores. En este contexto, el estudiante desarrolla actividades como el trabajo colaborativo, se enfrenta al desafío de ensamblar el mecanismo de movimiento real y, fundamentalmente, construye su propio conocimiento.

### El fundamento teórico

El constructivismo sitúa al estudiante como creador de su propio conocimiento, exigiendo que tome un rol activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, los estudiantes a menudo enfrentan dificultades debido a carencias en métodos de estudio, conocimientos deficientemente adquiridos y una falta de habilidad para trabajar en equipo. Esto representa un reto que requiere el uso de estrategias pedagógicas adecuadas. [7]

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel [8] sostiene que el aprendizaje se considera significativo cuando el nuevo conocimiento se relaciona de manera sustancial y no arbitraria con lo que ya sabe el estudiante. Por lo que plantea que las condiciones para el aprendizaje significativo:

- El material debe ser potencialmente significativo.

- El alumno debe tener una disposición para aprender de manera significativa.
- El alumno debe tener conocimientos previos relevantes.

Por su parte Vygotsky [9], precursor del constructivismo social, destaca la influencia de los contextos sociales y culturales en la apropiación del conocimiento y resalta el papel activo del docente. Las actividades mentales de los estudiantes se desarrollan “naturalmente” a través de varias rutas de descubrimiento, construcción de significados, uso de instrumentos para el desarrollo cognitivo y la Zona de Desarrollo Próximo.

Según Díaz-Barriga [10], la estrategia para promover una enseñanza situada para la promoción de aprendizaje significativo tiene tres características centrales:

- Organiza la propuesta de enseñanza y aprendizaje alrededor de problemas holísticos y relevantes.
- Implica que los estudiantes sean protagonistas de las situaciones problemáticas planteadas.
- Constituye un entorno pedagógico en el que los estudiantes realizan una fuerte cantidad de actividad cognitiva desarrollando habilidades complejas de solución de problemas y toma de decisiones.

El aprendizaje colaborativo es un enfoque educativo en el que los estudiantes trabajan en pequeños grupos para alcanzar un objetivo común, compartir conocimientos y habilidades, y resolver problemas. Este método se basa en la interacción social y la cooperación, promoviendo un ambiente donde los estudiantes se apoyan mutuamente en la comprensión y el aprendizaje [11].

Además, Bruner sugiere: “enseñarles a los estudiantes primero la estructura o patrones de lo que están aprendiendo, y después concentrarse en los hechos y detalles” [12].

Esta investigación es de carácter aplicada, pues busca dar solución a una problemática mediante una intervención práctica. Además, se enmarca en una estrategia de investigación cualitativa, un procedimiento metodológico que utiliza palabras, textos, discursos, dibujos, gráficos e imágenes para construir un conocimiento de la realidad social. Este proceso de conquista, construcción y comprobación teórica se aborda desde una perspectiva holística, en la que se busca comprender el conjunto de cualidades interrelacionadas que caracterizan a un fenómeno determinado [13].

Durante el cuarto semestre de la asignatura de Análisis y Síntesis de Mecanismos, se abordan temas relacionados directamente con la cinemática de mecanismos, donde los estudiantes deben visualizar trayectorias, posición,

velocidad y aceleración de los distintos eslabones que componen un mecanismo. En la parte práctica, los estudiantes deben construir diversos mecanismos de movimiento real a lo largo de los temas 1 hasta el 4 (ver Figuras 1, 2 y 3), así como presentar un reporte de actividades. En el tema 5, se requiere que presenten un portafolio de evidencias de dichas actividades.

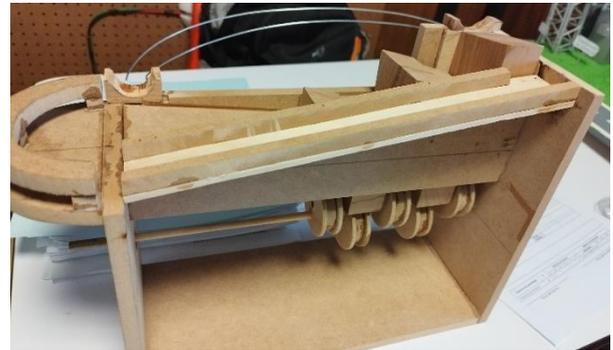


Figura 1. Fotografía de mecanismo de movimiento real basado en el diseño de perfil de leva.

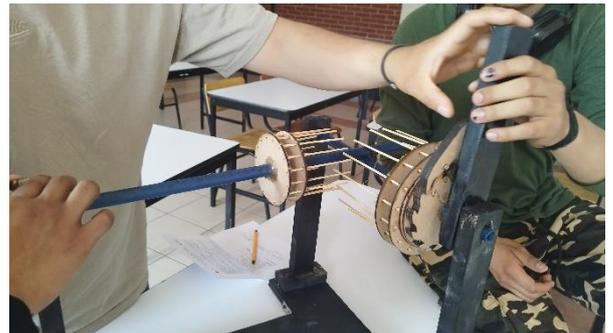


Figura 2. Fotografía de mecanismo de movimiento real basado en la rueda de trinquete que precedió al engrane



Figura 3. Fotografía de estudiantes construyendo un mecanismo de movimiento real basado en la bomba de Ctesibio

El universo de la población se constituye por 26 estudiantes inscritos a la asignatura de Análisis y síntesis de mecanismos. La información obtenida es de carácter



Los resultados de la evaluación diagnóstica muestran que un total de 10 estudiantes fueron acreditados, mientras que 16 no lo fueron. Esto representa un 38.5% de estudiantes acreditados y un 61.5% de no acreditados. (Figura 7).

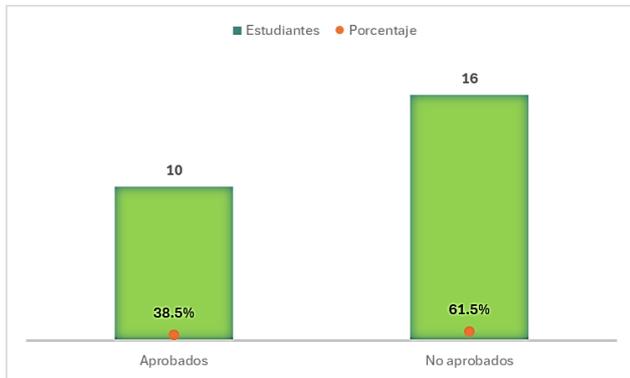


Figura 7. Número y porcentaje de estudiantes acreditados y no acreditados en evaluación diagnóstica.

### Resultado de evaluaciones parciales

Se muestra a continuación los resultados obtenidos por los estudiantes con la aplicación de mecanismos de movimiento real durante los parciales.

#### Parcial 1

En este primer parcial, los resultados muestran que el 80.8% de los estudiantes fueron acreditados, mientras que el 19.2% no lo fueron (Figura 8). En esta evaluación, se utilizó la Ley de Grashof [14] como actividad.

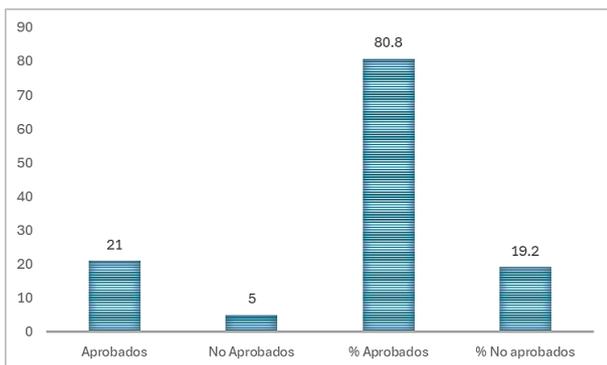


Figura 8. Número y porcentaje de estudiantes acreditados y no acreditados aplicando los mecanismos de movimiento real en parcial 1.

#### Parcial 2

En esta evaluación parcial, los resultados obtenidos fueron los siguientes: el 76.9% de los estudiantes aprobaron, mientras que el 23.1% no lo hicieron. En este

parcial, el grado de dificultad para la elaboración del mecanismo aumentó en comparación con el parcial 1, ya que se requería que el mecanismo fuera funcional y que cumpliera con ciertas características, como la estética y el uso adecuado de materiales, centrado principalmente en el análisis cinemático del mismo. Además, se buscaba que los estudiantes tomaran decisiones fundamentadas en la asignación del mecanismo. (Figura 9)

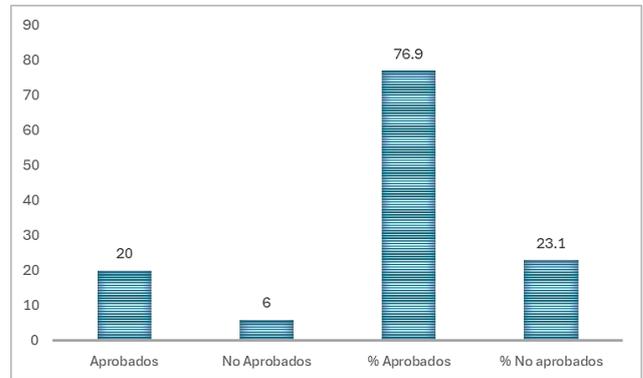


Figura 9. Número y porcentaje de estudiantes acreditados y no acreditados aplicando los mecanismos de movimiento real en parcial 2.

#### Parcial 3

En este tercer parcial, los resultados obtenidos fueron los siguientes: el 73.1% de los estudiantes aprobaron, mientras que el 26.9% no lo hicieron (Figura 10). Al trabajar con el diseño de engranajes, especialmente los planetarios, el grado de dificultad y la toma de decisiones para los estudiantes adquieren una mayor relevancia. Se comienza a observar un interés creciente en realizar estas actividades, y la exposición a cuestionamientos indica que los estudiantes se están preparando para la presentación de sus mecanismos.

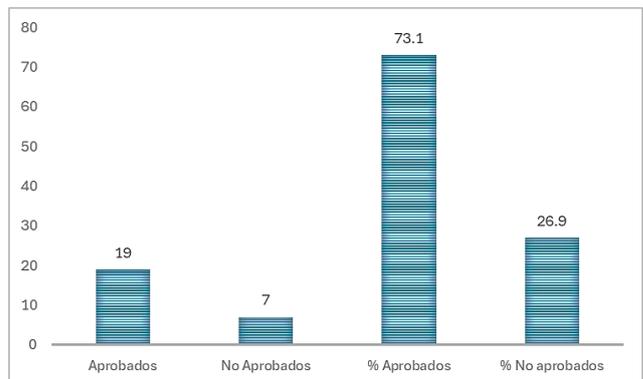


Figura 10. Número y porcentaje de estudiantes acreditados y no acreditados aplicando los mecanismos de movimiento real en parcial 3.

#### Parcial 4

Los resultados obtenidos durante el cuarto parcial fueron los siguientes: el 80.8% de los estudiantes aprobaron, mientras que el 19.2% no lo hicieron (Figura 11). En este parcial, se trabajó en el diseño de un perfil de leva y en la construcción de un mecanismo leva-seguidor. Los estudiantes se expresaron con mayor propiedad y en términos relacionados a la asignatura. Tanto en el segundo parcial como en este tercer parcial, los estudiantes han utilizado herramientas de diseño como SolidWorks, y los mecanismos presentados demuestran mejoras de diseño y estética

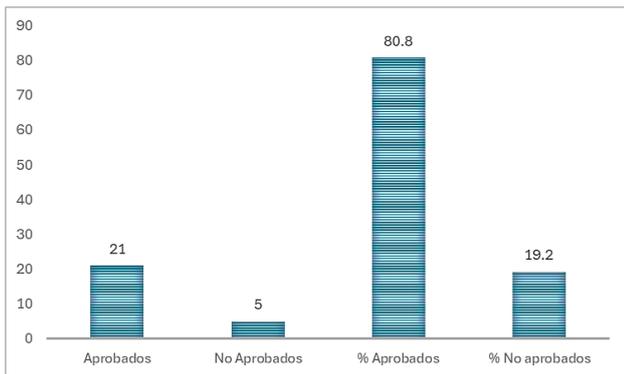


Figura 11. Número y porcentaje de estudiantes acreditados y no acreditados aplicando los mecanismos de movimiento real en parcial 4.

La Figura 12 muestra una comparación del porcentaje de aprobados entre los semestres 2021 y 2024. Si bien el número de estudiantes inscritos ha variado, se observa una tendencia general. En los semestres previos, el porcentaje promedio de estudiantes no aprobados fue del 63%. Sin embargo, en el semestre 2024, este porcentaje disminuyó significativamente al 19.2%, lo cual representa una mejora considerable. Además, es destacable que no se registraron casos de deserción entre los estudiantes que no aprobaron este último semestre.

Es importante mencionar que, en el año 2022, se observó un alto porcentaje de reprobados (72.4%), lo cual se vio agravado por la deserción de algunos estudiantes. No obstante, los resultados obtenidos en el semestre 2024 indican una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes y una mayor retención estudiantil.

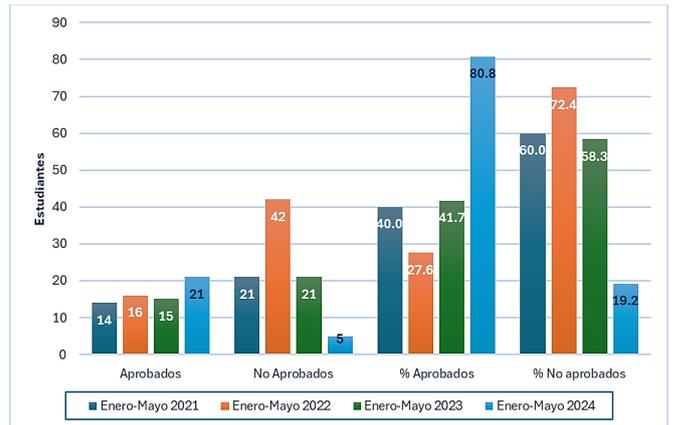


Figura 12. Comparativa entre los semestres Enero-Mayo 2021, 2022, 2023 versus 2024.

## Discusión

El estudio de caso revela, a través de sus hallazgos cualitativos, que el uso de modelos de mecanismos de movimiento real proporciona una estructura organizada para la enseñanza en la asignatura de Análisis y síntesis de Mecanismos. Al captar las variaciones en el desempeño académico de los estudiantes con base en la aplicación de instrumentos de evaluación se mide la mejora del aprendizaje adquirido. Los docentes pueden emplear este modelo para comprender mejor y orientar los proyectos de los estudiantes, asegurando que este enfoque se mantenga mientras se ajusta a las necesidades específicas de su contexto académico.

Este enfoque holístico no solo permite visualizar y evaluar el proceso de diseño, sino que también ayuda a identificar áreas de mejora e innovación en la educación en ingeniería. El modelo operativo de este sistema puede convertirse en una herramienta esencial para promover la creatividad, las habilidades de resolución de problemas y las soluciones centradas en el diseño de modelos didácticos en los estudiantes de ingeniería, mediante el refinamiento y la mejora continua.

## Conclusiones

Durante la impartición de la asignatura de análisis y síntesis de mecanismos, con un enfoque en el uso de mecanismos de movimiento real como herramienta de apoyo didáctico, se obtuvo un aprendizaje significativo al observar situaciones a las que los estudiantes no estaban habituados, tales como el trabajo en equipo, la toma de decisiones bajo presión y la resolución de problemas reales del ámbito industrial. Se analizó su comportamiento y su nivel de interés en el cumplimiento de las actividades asignadas.

Asimismo, se cumplen con los lineamientos establecidos por el Tecnológico Nacional de México (TecNM) en el documento "Modelo Educativo para el Siglo XXI", que señala la importancia de desarrollar actividades de aprendizaje que promuevan la aplicación de conceptos, modelos y metodologías adquiridos durante las asignaturas.

Es importante destacar que la implementación de esta propuesta como un modelo experimental en asignaturas con alto índice de reprobación permite medir el aprendizaje significativo y evaluar el impacto del uso de modelos didácticos como los mecanismos de movimiento real en el proceso educativo.

### Agradecimientos

Deseamos agradecer al Tecnológico Nacional de México y al campus Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) por las facilidades para realizar este trabajo como parte de la investigación educativa.

### Referencias

- [1] J. De Haan-Topolscak, M. Ebskamp y P. Vos-de Tombe, Research and Design teachers and students frame of reference around the concept of model, Amsterdam: Design and Technology Education: An International Journal, 2024, pp. 173-187.
- [2] E. Y. Au y R. Goonetilleke, Leveraging Design Thinking to Enhance Engineering Teaching: An Operational Model, IEEE Transactions on Education., 2024.
- [3] SNEST, «Documento de Modelo Educativo para el Siglo XXI.» México, Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, CoSNET, 2004, p. 30.
- [4] M. Vargas Leyva , «La educación superior tecnológica.» *Revista de Educación superior ANUIES*, vol. XXXII, n° 126, 2003.
- [5] Á. Díaz-Barriga, «Repensar la universidad: la didáctica; una opción para ir más allá de la inclusión de tecnologías digitales.» *Revista Iberoamericana de educación superior*, 2021.
- [6] M. Lugo, Diseño e instrumentación de prototipos didácticos para la enseñanza de las matemáticas en la educación superior, IPN, 2017.
- [7] A. A. Pérez Villegas, «Construcción del conocimiento significativo en Ingeniería Mecánica.» Universidad de Manizales, Colombia, 2011.
- [8] D. Ausubel y D. Novak, *Psicología educativa*, México: Trillas, 2010.
- [9] M. Ledesma Ayora, *Análisis de la Teoría de Vigotsky para la reconstrucción de la inteligencia social*, Ecuador: Editorial Universitaria Católica, 2014.
- [10] F. Díaz-Barriga, *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, Mc Graw Hill Interamericana, 2017.
- [11] D. W. Johnson y R. T. Johnson, *Cooperation and Competition: Theory and Research*, New York: Interaction Book Company, 2017.
- [12] J. Bruner, *El proceso de la educación: edición revisada*, Massachusetts, : Universidad de Harvard, 2009.
- [13] J. L. Álvarez-Gayou Jurgenson, «UAEH Campus Tlahuelilpan.» 19 3 2017. [En línea]. Available:

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>.  
[Último acceso: 21 3 2024].

- [14] C. Guerra Torres , *Análisis y síntesis de Mecanismos*, CDMX: Editorial Patria, 2017.