

REVISIÓN

Transforming the classroom into Higher Education: The Synergy between Design Thinking, the TPACK Model, and Open Educational Resources

Transformando el Aula en la Educación Superior: La Sinergia entre el Design Thinking, el Modelo TPACK y los Recursos Educativos Abiertos

Lilian Gabriela Valencia Turcotte¹  , José Antonio Jerónimo Montes¹  

¹Universidad Rosario Castellanos (URC), Doctorado en Ambientes, Sistemas y Gestión en Educación Multimodal, Ciudad de México, México.

Citar como: Valencia Turcotte LG, Montes JAJ. Transforming the classroom into Higher Education: The Synergy between Design Thinking, the TPACK Model, and Open Educational Resources. *Seminars in Medical Writing and Education*. 2025; 4:450. <https://doi.org/10.56294/mw2025450>

Enviado: 01-02-2024

Revisado: 28-07-2024

Aceptado: 12-01-2025

Publicado: 13-01-2025

Editor: PhD. Prof. Estela Morales Peralta 

Autor para la correspondencia: José Antonio Jerónimo Montes 

ABSTRACT

This study proposed the transformation of higher education teaching through the synergy of Open Educational Resources (OER), the TPACK model, and the *Design Thinking* methodology. It focused on the learning of stereochemistry and isomerism of biomolecules within the Biology degree program at the Facultad de Ciencias, UNAM, under a new curriculum based on Kolb's experiential learning model. During the COVID-19 pandemic, the need for flexible, ICT-supported methodologies became evident. In this context, OER served as key tools to democratize knowledge and promote autonomous and collaborative learning. The TPACK model enabled the integration of content, pedagogy, and technology, while *Design Thinking* provided a student-centered structure for solving complex problems through empathy, creativity, and experimentation. The methodological strategy was structured around six instructional actions; each linked to expected outcomes. Students followed an experiential learning process divided into four stages, in which specific actions, resources, and prototyping activities were defined. The approach included the manipulation of three-dimensional molecular models to encourage interdisciplinary, hands-on learning under the *Design Thinking* framework. This strategy enhanced students' conceptual understanding and ability to apply knowledge in real-life contexts through active experimentation. The proposal emphasized the need for continuous teacher training and institutional support to ensure the successful adoption of these innovative practices in higher education.

Keywords: *Design Thinking*; Open Educational Resources; Emerging Pedagogy; ICT; Open Pedagogy; TPACK.

RESUMEN

El presente trabajo propone la transformación de la enseñanza universitaria mediante la sinergia de los Recursos Educativos Abiertos (REA), el modelo TPACK y la metodología de *Design Thinking*. La propuesta se centró en el aprendizaje de la estereoquímica e isomería de biomoléculas en la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, bajo el nuevo plan de estudios basado en el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb. Durante la pandemia por COVID-19, se evidenció la necesidad de metodologías flexibles e innovadoras apoyadas por TIC. En ese contexto, los REA son las herramientas clave para democratizar el conocimiento y facilitar el aprendizaje autónomo y colaborativo. El modelo TPACK permitió integrar contenidos, pedagogía y tecnología, mientras que *Design Thinking* aportó una estructura centrada en el estudiante para resolver problemas complejos mediante la empatía, la creatividad y la experimentación. Se diseñó una estrategia metodológica a partir de seis líneas de acción docente y los resultados esperados, para los alumnos el proceso de aprendizaje es bajo el modelo experiencial dividido en las cuatro etapas detallando

las acciones, recursos y el prototipado. Se propone la manipulación de modelos moleculares tridimensionales para promover una enseñanza activa e interdisciplinaria bajo el modelo del *Design Thinking*. Esta estrategia busca la comprensión conceptual de los estudiantes y su capacidad a través de la experimentación para aplicar el conocimiento en contextos reales. La propuesta destacó la necesidad de formación docente y el acompañamiento institucional para consolidar estas innovaciones en la educación superior.

Palabras clave: *Design Thinking*; Recursos Educativos Abiertos; Pedagogía Emergente; TIC; Pedagogía Abierta; TPACK.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, podemos llamarle al inicio de la educación apoyada por recursos a la invención de la imprenta por Gutenberg en el siglo XV, así los primeros libros impresos fueron el vínculo entre el autor y el lector. En el siglo pasado se dio a conocer la Word Wide Web (Web 1.0) y desde ese momento se dio un rápido crecimiento en la utilización del internet en la educación siendo la Universidad de Phoenix pionera en programas educativos a través de la Web.⁽¹⁾ Definitivamente fue el primer impulso de compartir contenido educativo para la enseñanza.

Actualmente se ha alcanzado un mayor grado de interactividad con las redes sociales y la tecnología multimedia debido a que la comunicación es bidireccional con la Web 2.0 y Web 3.0. En el 2020, se escribió un experimento de aprendizaje sin precedentes en la historia de la humanidad,⁽²⁾ ya que a millones de niños y jóvenes se les obligó a utilizar las tecnologías de información y comunicación (TIC) debido al distanciamiento social originado por la pandemia de COVID-19 con el fin de una continuidad en su educación. A este periodo se le denominó “enseñanza remota de emergencia” y se caracterizó por el uso de la Web bidireccional para la comunicación a distancia entre docentes y estudiantes con los recursos educativos accesibles en esas circunstancias.

La incorporación de las TIC representa una vía para fortalecer los procesos formativos tanto de estudiantes como de docentes.⁽³⁾ El papel de las TIC en el contexto educativo actual y los desafíos pospandémicos hacen evidente la necesidad de transformar las aulas tradicionales de enseñanza con enfoques metodológicos que respondan de forma creativa a las necesidades de los estudiantes. De este trabajo se espera que aporte ideas para el uso de estrategias que aprovechen la sinergia de los Recursos Educativos Abiertos (REA) con metodologías centradas en el estudiante, como *Design Thinking*, y modelos tecnopedagógicos como TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) para innovar en la enseñanza, promover el aprendizaje centrado en el estudiante, activo, colaborativo y preparar a los estudiantes para enfrentar problemáticas complejas del mundo real.

El Uso de los Recursos Educativos Abiertos para afrontar los retos de la educación superior

Los materiales y recursos educativos desempeñan un papel fundamental como mediadores del proceso enseñanza-aprendizaje. Según Marqués⁽⁴⁾, es importante distinguir entre Medios Didácticos, que son diseñados con fines educativos, y Recursos Educativos, que pueden no haber sido creados originalmente con ese propósito, pero se usan con fines pedagógicos. Los Recursos Educativos Abiertos (REA) según la definición de la UNESCO⁽⁵⁾ “son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación disponibles en diversos formatos que pertenecen al dominio público o que han sido publicados bajo licencias abiertas”. Los contenidos educativos como colecciones, cursos completos, textos, videos, audios, repositorios, objetos de aprendizaje, materiales interactivos, apps, software y plataformas para crear recursos son considerados como REA siempre y cuando cumplan con los requisitos de ser accesibles a todo el mundo sin importar ubicación geográfica o situación económica, promuevan la democratización del conocimiento al contar con licencias sin fines comerciales y puedan adaptarse y compartirse libremente para cubrir las necesidades particulares en la enseñanza. Aquellos recursos que no son de dominio público o sin licencia abierta, no son REA. Tampoco lo son aquellos libres (free) pero no abiertos (open), es decir, que están accesibles en internet, pero con copyright.

Los REA se caracterizan por tener licencias de derechos de autor que permiten a todos participar en las actividades que por las siglas se les conoce como las 5R y son: Retener, Reutilizar, Revisar, Remezclar y Redistribuir. ⁽⁶⁾ Angulo⁽⁷⁾ se refiere a estos como contenidos educativos disponibles libremente que están bajo licencias Creative Commons⁽⁸⁾ (CC) u otras similares. Estas licencias pertenecen a una organización gubernamental sin fines de lucro y se usan en el campo intermedio entre el “dominio público” y “todos los derechos reservados”. Las licencias CC permiten que los autores elijan entre seis tipos de protección de su obra que va desde la menos a la más restrictiva. Se identifican con una combinación de símbolos en donde en todos los casos mantienen los derechos de autor y su vez, el crédito que les corresponde.⁽⁹⁾

Problemática educativa en la enseñanza superior

La llegada de la pandemia por COVID-19 ha acelerado el diseño y uso de los REA. Las instituciones educativas del mundo con modelos presenciales tuvieron que adaptarse rápidamente a la enseñanza remota de emergencia que demandaba hacer uso de TIC para crear recursos educativos acorde a los contenidos deseados. Un ejemplo fue la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que previo a la pandemia contaba con docentes y una sólida estructura para la enseñanza en línea que con su asesoramiento, metodologías y experiencia ayudaron a la transición a los demás docentes presenciales ante el forzado distanciamiento por la pandemia.⁽¹⁰⁾ También se compartieron recursos educativos, sin embargo, rápidamente se evidenció que los recursos educativos eran escasos, comerciales o bajo licencias no permisivas. En los últimos años, la UNAM dentro de sus políticas institucionales ha impulsado la Red Universitaria de Aprendizaje (<https://www.rua.unam.mx/>), los Ambientes Digitales de Aprendizaje (<https://ada.educatic.unam.mx/>), y más recientemente, la plataforma UNAM-RETo (<https://reto.cuaed.unam.mx/>) con el objetivo de consolidar repositorios de REA. Estas plataformas buscan facilitar el acceso a materiales confiables, de uso libre, promoviendo la colaboración académica y el aprendizaje mediado por tecnología. Sin embargo, persisten limitaciones como el escaso conocimiento sobre estas herramientas, la necesidad de capacitación docente, y la baja representación de contenidos en el área de ciencias y la salud.⁽¹¹⁾

En el ámbito de la educación universitaria, especialmente en áreas como bioquímica, química o biología molecular, los REA pueden tomar la forma de simulaciones virtuales, infografías interactivas, artículos científicos, bases de datos o videos explicativos que integrados en las estrategias didácticas facilitan la comprensión de fenómenos complejos y fortalecen tanto el aprendizaje autónomo como el colaborativo. Desde la perspectiva docente, los REA potencian la función organizativa de la didáctica, ya que pueden ser seleccionados, adaptados y combinados según las necesidades del alumnado, la naturaleza del contenido y los objetivos pedagógicos.⁽¹²⁾

No obstante, sus ventajas, los REA aún enfrentan obstáculos para consolidarse en la educación superior. La falta de difusión y la escasa formación docente constituyen barreras relevantes. Muchos profesores desconocen estos recursos o no saben cómo incorporarlos en sus planes de estudio. Un estudio realizado en el 2019⁽¹³⁾ con 192 docentes mostró una actitud favorable hacia el uso de datos abiertos en educación, aunque también evidenció una limitada competencia digital, lo cual dificulta su aplicación efectiva. De igual forma, se identificó una buena disposición hacia los REA en la Universidad Autónoma del Estado de México, pero señalaron la necesidad de una capacitación continua.⁽¹⁴⁾ Estos hallazgos sugieren que, aunque el profesorado reconoce el potencial educativo de los REA, persisten importantes desafíos en su implementación. La ausencia de programas sólidos de formación curricular impide un aprovechamiento más amplio y eficaz de estos recursos en las aulas universitarias.

La modelo TPACK y la Pedagogía Emergente

El contexto pospandémico ha generado importantes reflexiones sobre el papel docente en entornos no presenciales, donde se hizo uso intensivo de herramientas tecnológicas para alcanzar los objetivos de aprendizaje.^(14,15) Estos cambios evidencian el carácter dinámico de la pedagogía, que evoluciona y se adapta ante los desafíos contemporáneos. La pedagogía va más allá de la mera aplicación de técnicas y tecnología, en este punto es muy importante la didáctica la cual actúa como un puente entre la teoría pedagógica y la acción docente, guiando decisiones sobre qué enseñar, cómo hacerlo, con qué recursos y para qué, siempre en función del contexto y los aprendizajes esperados. Una metodología para que los docentes integren efectivamente la tecnología en su práctica docente es el modelo TPACK.⁽¹⁶⁾

El modelo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés Technological Pedagogical Content Knowledge), cobró gran auge durante y después de la pandemia COVID debido a sus bondades de integrar la tecnología con la pedagogía adaptando los contenidos educativos para facilitar la enseñanza (figura 1). Dolores⁽¹⁷⁾ argumenta que el modelo TPACK contribuye para que los docentes dominen su área de conocimiento, pero también les proporciona un entendimiento profundo de los procesos de enseñanza, evaluación y el uso de herramientas tecnológicas.

El modelo TPACK⁽¹⁸⁾ incluye tres categorías básicas de conocimiento:

- **CK:** el conocimiento de contenidos (de la materia a enseñar) o la comprensión que el profesorado posee del tema que debe ser aprendido o enseñado,
- **PK:** el conocimiento pedagógico son métodos y estrategias utilizados para la enseñanza-aprendizaje. El docente posee una profunda comprensión de los métodos y de los procesos de enseñanza-aprendizaje y,
- **TK:** el conocimiento tecnológico que es la comprensión que tiene el docente y la destreza necesaria para incorporar los recursos y herramientas tecnológicas.

Este modelo permite identificar los conocimientos que los docentes necesitan para optimizar la enseñanza mediante el uso de tecnología⁽¹⁹⁾ no es simplemente la incorporación de la tecnología. TPACK suele representarse en un diagrama de Venn ya que los tres dominios fundamentales, el CK, PK y el TK, se articulan. La interrelación

entre estos componentes da lugar a tres áreas interseccionales, el PCK, TPK y TCK que guían a los docentes en sus prácticas educativas (figura 1).

El concepto de pedagogía abierta ha cobrado fuerza últimamente, en el marco del desarrollo tecnológico y los enfoques centrados en el estudiante, se define como “la apertura de los procesos educativos... posibilitada por las tecnologías Web 2.0”.⁽²⁰⁾ En la misma línea, Weller⁽²¹⁾ destaca el papel central del contenido abierto y la interacción en red como elementos distintivos de este enfoque, estableciendo un vínculo directo con los REA. En años más recientes, se propone el concepto de *pedagogía habilitada por REA*, entendida como un conjunto de prácticas educativas que solo son posibles gracias a los permisos de uso flexible que caracterizan a estos recursos.⁽⁶⁾

Los nuevos conocimientos científicos sobre el funcionamiento del cerebro y, especialmente, la progresiva incorporación de las TIC a las aulas, han propulsado en los últimos años múltiples innovaciones agrupadas bajo la denominación de pedagogías emergentes.^(22,23,24) Surgen como enfoques en desarrollo que responden a nuevas realidades educativas sin constituir una ruptura total con lo anterior. En el 2019 se clasificaron las innovaciones pedagógicas en cuatro grandes enfoques en función de sus metas educativas y los principios didácticos que las sustentan⁽²⁵⁾. Uno de ellos es el “aprendizaje experiencial y por indagación” conocido como un método clásico de aprendizaje experiencial, aprendizaje activo, o aprendizaje por indagación. Éste desarrolla los modernos principios del constructivismo y la enseñanza por competencias⁽²⁶⁾ En este enfoque educativo, se privilegia la indagación individual para la resolución de problemas y de manera colaborativa se discute y se dan conclusiones. Se considera como método emergente al *Design Thinking* o “pensamiento de diseño” argumentando que desarrolla los mismos principios del aprendizaje por descubrimiento y del ABP.

Design Thinking

Los docentes no dudan en afirmar la importancia de ayudar a los estudiantes a desarrollar un modo de pensar más creativo y crítico en la resolución de conflictos y problemas de la vida real a través de procesos de análisis y evaluación de estos, y el posterior planteamiento de soluciones al respecto⁽²⁷⁾ Es en esos ámbitos destinados a la resolución de problemas complejos y al aprendizaje experiencial en los que el *Design Thinking* tiene su mayor presencia^(28,29)

Design Thinking es una metodología que fomenta la colaboración entre estudiantes para diseñar soluciones creativas, inicialmente inspirada en el modelo de diseño centrado en el ser humano (IDEO), mantiene a los usuarios en el centro de todo el proceso y promueve la empatía en todos los que se animan a experimentar⁽³⁰⁾ Desde sus inicios, el *Design Thinking* se ha relacionado con los principios del aprendizaje experiencial, inicialmente popularizado por Kolb⁽³¹⁾

El *Design Thinking* (figura 1) pasa por seis etapas interconectadas a través de un proceso interactivo:⁽³²⁾

1. Comprender: investigar y empatizar con las necesidades y deseos de los usuarios.
2. Definir: delimitar el problema y establecer una visión clara.
3. Idear: generar ideas creativas y soluciones innovadoras.
4. Prototipar: crear prototipos para visualizar y probar nuestras ideas.
5. Probar: evalúa prototipos con usuarios reales y recopila comentarios.
6. Refinar: En base a los resultados obtenidos, ajustar y mejorar las soluciones.

Los REA y el *Design Thinking* se relacionan estrechamente ya que la finalidad es la creación de soluciones para la educación. Ambos comparten se enfocan en el estudiante, en comprender sus necesidades y desafiarlos a desarrollar soluciones efectivas e innovadoras. Son flexibles y adaptables con la finalidad de superar el desafío educativo. Además, permiten crear comunidad al colaborar en equipo, es decir, pensar en proceso interactivo a pensar en colectivo para el proceso interactivo.

Cultura Maker y el Diseño de REA

La definición de “*maker*” se refiere a un individuo que participa en el movimiento de creación y fabricación, caracterizado por una mentalidad de “hazlo tú mismo”.⁽³³⁾ Los *makers* forman comunidades donde pueden experimentar, diseñar, construir y crear artefactos únicos. Este concepto está vinculado al aprendizaje activo y la construcción de conocimiento a través de la creación de objetos tangibles, promoviendo la innovación, la colaboración y el desarrollo de habilidades prácticas y tecnológicas. La comunidad *maker* y el pensamiento *Design Thinking* han impulsado nuevas propuestas de innovación, como la robótica educativa o el diseño en 3D.⁽³⁴⁾ A diferencia de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP), el *Design Thinking* involucra la construcción de material tecnológico en respuesta a un problema auténtico donde se motiva a los estudiantes a buscar soluciones con la indagación, el ensayo y el error hasta materializar el proceso de aprendizaje. La respuesta al problema culmina con un producto concreto logrado con la ayuda tanto del profesor como de sus compañeros. De esta manera el alumno actúa de manera individualizada confrontándose al problema específico, diseña una respuesta y la materializa después del aprendizaje colectivo de prueba y error en colectivo para

finalizar con un prototipo y finalmente un producto. De ese modo, los errores no se perciben como fracasos, sino que estimulan al estudiante a que de manera colectiva se llegue a la solución.

En la actualidad son pocos los ejemplos de estas metodologías implantadas en la educación. Uno de ellos es la experiencia universitaria en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la UNAM, en la licenciatura en Odontología, donde se ha implementado tecnología de impresión 3D para generar biomodelos anatómicos a partir de tomografías reales⁽³²⁾ Esta innovación ha permitido no solo mejorar la comprensión de contenidos complejos, sino también fomentar el aprendizaje basado en proyectos, la colaboración entre pares y la creación de comunidades *maker*, promoviendo el enfoque de “alumnos para alumnos”. La experiencia muestra que una implementación efectiva de los REA requiere enfrentar resistencias al cambio y brindar capacitación y acompañamiento docente adecuados.

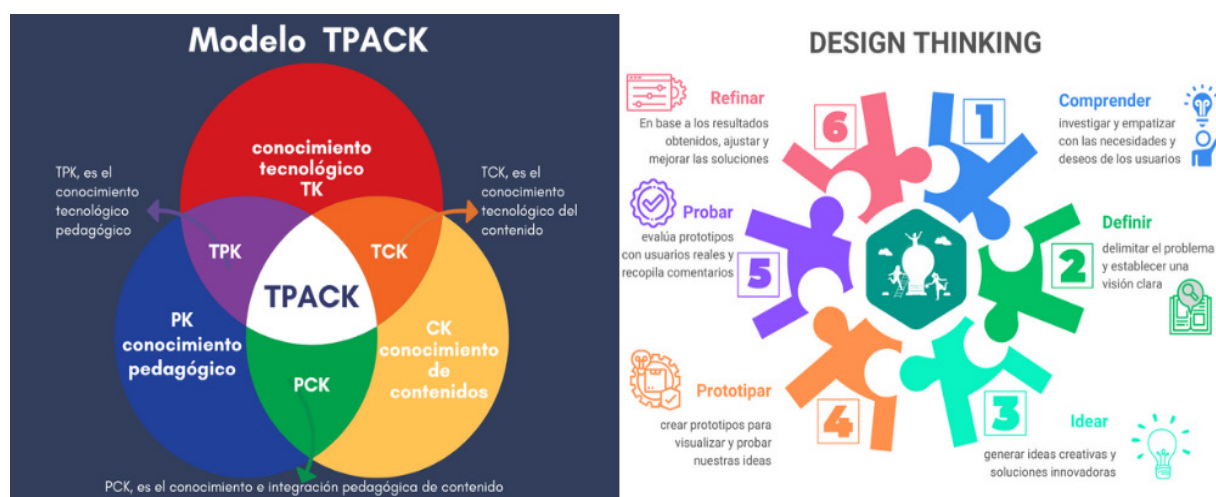


Figura 1. El Modelo TPACK y la metodología *Design Thinking*

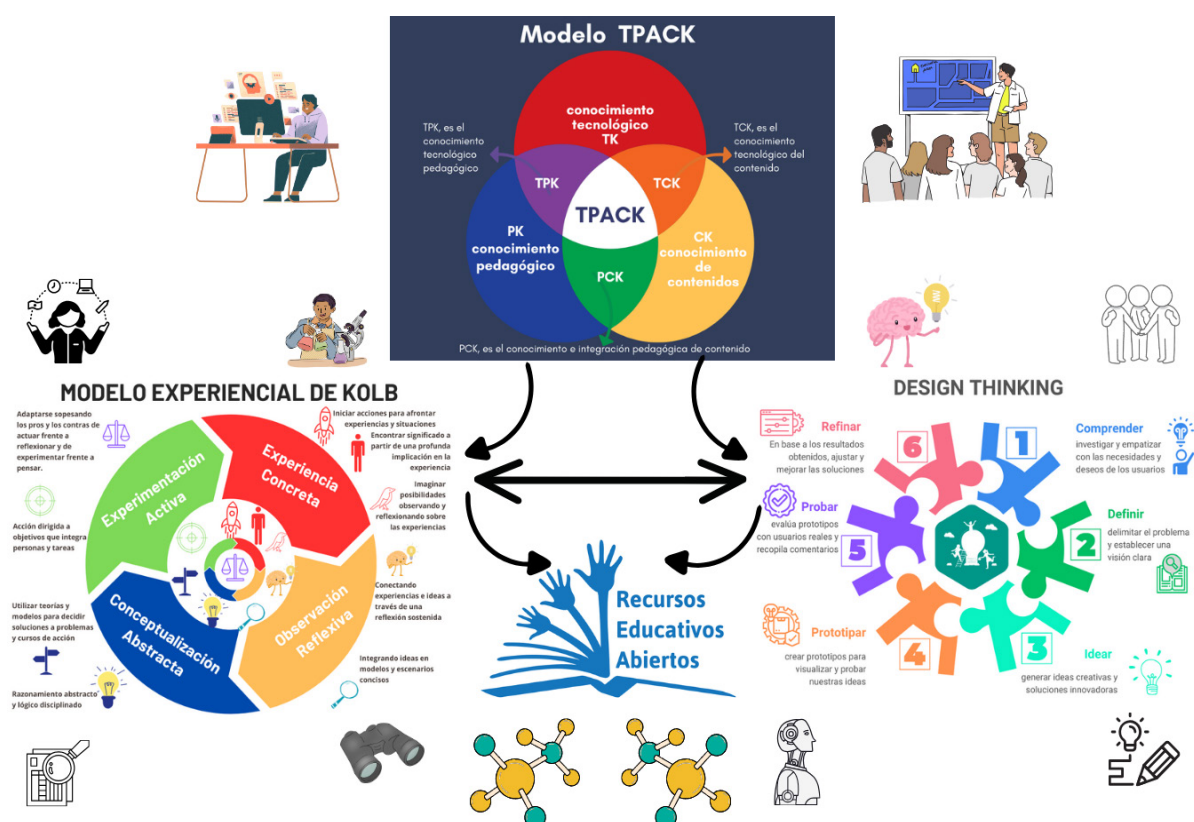


Figura 2. Estrategia metodológica para aprendizaje de la estereoquímica y la isomería de biomoléculas basada en el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb, integrando los Recursos Educativos Abiertos (REA), usando el modelo TPACK y la metodología de *Design Thinking*

Metodología de la intervención educativa

La Facultad de Ciencias, UNAM recientemente inició la implementación de un nuevo plan de estudios para la Licenciatura en Biología. Mantiene un modelo presencial con la sugerencia de actividades con el uso de TIC. El plan se basa en el modelo de aprendizaje de Kolb, se organiza en dos etapas: Formación Básica y Profundización. La primera aborda los conceptos fundamentales de la biología, como el aprendizaje de la estereoquímica e isomería de las biomoléculas. Esta propuesta rompe con el enfoque transmisivo del plan anterior, orientando la enseñanza más activa donde el docente actúa como guía y facilitador del aprendizaje. En este contexto, los REA son clave para la transición de planes de estudio y coadyuvar en la enseñanza-aprendizaje experiencial.

La propuesta presentada aquí está centrada en el estudiante, con el objetivo de favorecer la comprensión las estructuras tridimensionales de las biomoléculas (estereoquímica y la isomería) bajo el modelo experiencial. Se articulan tres componentes clave: los REA, el modelo TPACK y la metodología de *Design Thinking* (figura 2). A partir de estos enfoques, se elaboró una secuencia didáctica estructurada según las cuatro etapas del ciclo de Kolb (tabla 1). En cada fase se especificaron las acciones del docente, los recursos a utilizar (con el enfoque de REA), las herramientas digitales, y los productos esperados como evidencia del aprendizaje, destacando la creación y manipulación de modelos moleculares tridimensionales. La propuesta se contextualiza en la enseñanza universitaria de las ciencias biológicas, incorporando un enfoque interdisciplinario (química-biología-tecnología), materiales físicos y los virtuales accesibles en plataformas digitales de la UNAM.

RESULTADOS

Tabla 1. Líneas de acción docente para aprendizaje de la estereoquímica y la isomería de biomoléculas basada en el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb, integrando los Recursos Educativos Abiertos (REA), usando el modelo TPACK y la metodología de *Design Thinking*

Líneas de acción	Acción docente	Resultado
Diagnóstico	Encuestas, entrevistas, análisis	Identificación de las necesidades. Búsqueda de posibles REA existentes
Definición del problema	Pregunta de Investigación	Análisis del entorno educativo
Planeación	Selección de contenidos, estrategias, pedagogías y tecnologías apropiadas con modelo TPACK	Diseño de Secuencia Didáctica
Respuesta	Elaboración colaborativa de materiales	REA listos para la implementación en el aula
Implementación	En el aula	Basado en el modelo experiencial
Evaluación y mejora	Recoger evidencia	Retroalimentación, re-diseño

La implementación de la estrategia metodológica se estructuró a partir de seis líneas de acción articuladas bajo el enfoque del aprendizaje experiencial de Kolb, el modelo TPACK y el uso de REA. En primer lugar, mediante encuestas, entrevistas y análisis contextual se identifican las necesidades de los estudiantes además de buscar REA existentes pertinentes al contenido. Posteriormente, en la fase de definición del problema, se formula una pregunta de investigación que guíe el análisis del entorno educativo, orientando la propuesta hacia un desafío pedagógico específico. En la etapa de planeación, el docente propone contenidos, estrategias, pedagogías activas y herramientas tecnológicas acorde con el modelo TPACK, con la finalidad de diseñar una secuencia didáctica centrada en el estudiante. Durante la fase de respuesta, el docente promueve el trabajo colaborativo de materiales educativos abiertos, generando REA adaptados al contexto de enseñanza. Estos materiales son los que se implementan en el aula, con base en el modelo de aprendizaje experiencial, permitiendo a los estudiantes interactuar activamente con los contenidos. Finalmente, se aplica una etapa de evaluación y mejora para la recogida de evidencia del proceso y del aprendizaje logrado. La retroalimentación permite rediseñar elementos de la secuencia didáctica, reafirmando la importancia de los ciclos iterativos para la mejora continua de las prácticas educativas.

El proceso para los alumnos inicia, acorde con el modelo de Kolb, con la experiencia concreta interactuando con modelos moleculares tridimensionales (físicos o digitales), seleccionados o diseñados como REA, que representen distintos tipos de isomería y configuraciones estereoquímicas relevantes en biomoléculas. En la observación reflexiva, los estudiantes con videos y materiales visuales comparan estructuras, reconocen patrones espaciales y registran sus observaciones. Se puede integrar elaborando infografías en colaboración con sus pares para promover el análisis crítico. Posteriormente, con la integración de contenidos se llega a la conceptualización abstracta. La selección y uso de estos materiales responde al modelo TPACK, articulando el conocimiento del contenido con estrategias pedagógicas activas. Finalmente, en la fase de experimentación activa, los estudiantes diseñan, construyen o manipulan modelos tridimensionales como producto final, utilizando software de modelado molecular o impresión 3D. Este producto se acompaña de una exposición oral o escrita donde se justifica la elección de la estructura representada, se explica su relevancia biológica

utilizando ejemplos concretos de carbohidratos o proteínas y se argumenta la relación entre forma y función.

A lo largo del ciclo de Kolb, se aplican las etapas del *Design Thinking* al priorizar las necesidades del estudiante, definir los desafíos de aprendizaje, idear soluciones didácticas, prototipar REA y evaluar su impacto. Esta integración metodológica permite diseñar experiencias de enseñanza-aprendizaje que promueven el pensamiento crítico, la visualización espacial y la comprensión entre estructura y función de biomoléculas.

DISCUSIÓN

Desde una perspectiva pedagógica, esta propuesta representa una ruptura con los enfoques tradicionales, pues invita a transformar el aula. La incorporación del modelo TPACK proporciona el marco para seleccionar la tecnología adecuada y vincularla con el contenido y la estrategia pedagógica, los REA actúan como los recursos adaptables para implementarla, y *Design Thinking* como la metodología que convierte esa planeación en una experiencia significativa centrada en el estudiante para promover ambientes de aprendizaje dinámicos y compartidos. Además, fomenta el desarrollo de comunidades colaborativas entre docentes y estudiantes, favoreciendo el aprendizaje entre pares, la co-creación de conocimiento y la producción de recursos reutilizables. La articulación entre REA, *Design Thinking* y TPACK no solo responde a los desafíos actuales, sino que propone una vía innovadora y sostenible para la enseñanza actual. Una vía en la que el estudiante se convierte en diseñador y constructor de conocimiento sin temor a la equivocación; el docente, en facilitador y guía; y la tecnología, en un puente hacia el aprendizaje experiencial.

En estos momentos del gran auge de las tecnologías como la Inteligencia Artificial, es primordial estimular a los estudiantes en el pensamiento de forma crítica y creativa, especialmente frente a los desafíos de la vida real. Hacia el futuro se vislumbra una evolución hacia pedagogías más conectadas con problemas reales. Si es incorporado el “pensamiento de diseño” como metodología en las aulas permitirá formar estudiantes capaces de identificar problemas complejos, empatizar con sus pares y juntos idear soluciones innovadoras y prototipar respuestas educativas asertivas. Este enfoque resulta especialmente valioso en campos como la biología, la química y la salud, donde la abstracción conceptual puede beneficiarse enormemente de estrategias basadas en prototipos, simulaciones y construcción de artefactos.

No obstante, la puesta en marcha de estas ideas requiere superar importantes desafíos. Unas de ellas son la formación docente en competencias digitales, el acceso equitativo a tecnología y la cultura de compartir recursos educativos libres de uso. Por lo que se hace evidente que se impulsen programas institucionales para el desarrollo de habilidades digitales de los docentes para que en sus prácticas docentes y en sus Diseños Instruccionales que promuevan el uso crítico y reflexivo de las TIC, y sean compartidos con otros docentes particularmente en el marco de generar recursos educativos alineados con las características de los REA. Solo así se logrará transitar hacia un modelo de educación superior más abierto, creativo, participativo y alineado con las necesidades de la sociedad actual.

Por otra parte, la transición hacia el nuevo plan de la Facultad de Ciencias de la UNAM enfrenta una serie de retos importantes en la formación de recursos humanos capaces de diseñar, elaborar e integrar REA. Uno de los principales desafíos es la falta de formación pedagógica con enfoque tecnopedagógico entre los docentes, muchos de los cuales tienen una sólida formación disciplinar en ciencias, pero carecen de conocimientos en diseño instruccional. Otro reto relevante es el desconocimiento de las bondades de las licencias Creative Common. Además, persisten modelos tradicionales de enseñanza transmisiva que no promueven la autoría, adaptación ni colaboración en la creación de recursos. Finalmente, se requiere impulsar estrategias institucionales que incluyan programas de formación docente, así como políticas que valoren y reconozcan al docente en la producción de REA como parte del quehacer académico. Solo así será posible consolidar una comunidad de práctica que fomente el uso de REA para superar el reto hacia el nuevo modelo educativo en la licenciatura de biología en la Facultad de Ciencias, UNAM.

CONCLUSIONES

La sinergia de los REA, el modelo TPACK y la metodología *Design Thinking* en la educación superior representa una respuesta oportuna a los desafíos pedagógicos ya sea por emergencias sanitarias mundiales, después de ellas o bien por un cambio de modelo educativo como el caso de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Este enfoque permitió integrar de forma coherente los contenidos, la pedagogía y la tecnología que favorecen la comprensión conceptual mediante la experimentación y resolución del problema de manera colectiva. El presente trabajo representa una estrategia pedagógica sólida para transformar la enseñanza universitaria en contextos científicos; la estrategia descrita para el aprendizaje de la estereoquímica e isomería de biomoléculas es una demostración que es posible promover un enfoque educativo más activo, interdisciplinario y centrado en el estudiante mediante el uso de tecnologías abiertas, pensamiento creativo y con un enfoque experiencial.

Se identificaron desafíos importantes. Entre ellos destacan la limitada formación docente en el uso y producción de REA, la falta de reconocimiento institucional del trabajo académico asociado a su creación, y la necesidad de fortalecer una cultura digital crítica y abierta dentro de la comunidad científica. Es indispensable

establecer estrategias institucionales que impulsen la capacitación docente, la colaboración interdisciplinaria y que se reconozca e incentive para la producción de REA. Solo así será posible consolidar un sistema educativo abierto y adaptado a las exigencias de la educación superior en el siglo XXI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kentor H. Distance education and the evolution of online learning in the United States. *Curric Teach Dialogue*. 2015;17(1-2).
2. Zimmerman J. Coronavirus and the great online-learning experiment. *Chron High Educ* [Internet]. 2020 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <https://www.chronicle.com/article/coronavirus-andthe-great-online-learning-experiment/>
3. Méndez-Encarnación D, et al. El aula del futuro: una herramienta para transformar la práctica educativa en la BUAP. En: *Perspectivas de la innovación educativa en universidades de México*. Ed. Imagia Comunicación; 2018. p. 321.
4. Marquès P. Los medios didácticos [Internet]. 2011 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <http://peremarques.net/medios.htm>
5. UNESCO. Recomendación sobre los recursos educativos abiertos (REA) [Internet]. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; 2019 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383205_spa
6. Wiley D, Hilton J. Defining OER enabled pedagogy. *Int Rev Res Open Distrib Learn*. 2018;19(4):133-46. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i4.3601>
7. Angulo N. Glosario de la docencia en la sociedad del conocimiento. Ciudad de México: Coordinación Editorial de la Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional.
8. Creative Commons, U.S. Department of Education, Open Society Foundations. FAQ - Why open education matters [Internet]. 2012 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <http://whyopenedmatters.org/faq/>
9. Becerril JL, Campero E, Fraire M, Fuentes JD, Hernández M, Mendoza L, et al. Guía práctica para implementar una estrategia de docencia a distancia en situación de emergencia [Internet]. CUAED-UNAM; 2020 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <https://cuaieed.unam.mx/descargas/Guia-practica-para-implementar-una-estrategia-de-docencia-a-distancia-en-situacion-de-emergencia.pdf>
10. Cabrera Coronel AM, Centurión de Gómez NS, Mora Rojas CO. Virtualización de clases presenciales en la universidad. *Educ Quím*. 2022;33(3). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.3.80254>
11. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera evaluación de la Red Universitaria de Aprendizaje [Internet]. Ciudad de México: UNAM; 2024 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <https://educatic.unam.mx/lad-unam/evaluacion-rua.pdf>
12. Hilton J, Gaudet D, Clark P, Robinson J, Wiley D. The adoption of open educational resources by one community college math department. *Int Rev Res Open Distance Learn*. 2013;14(4):37-50.
13. Rivas-Rebaque B, Gertrudix-Barrio F, de Cisneros de Britto JC. La percepción del docente universitario ante el uso y valor de los datos abiertos. *Educ XX1*. 2019;22(2):141-63. <https://doi.org/10.5944/educXX1.21317>
14. Torres Velandia SÁ, Jerónimo Montes JA. Recursos educativos abiertos, retos y oportunidades en tiempos de pandemia: estudio de caso, México. *RECIE Rev Electr Científica Investig Educ*. 2021;5(2):199-214. <https://doi.org/10.33010/recie.v5i2.1439>
15. Lira López L, Uribe López A. Pedagogías emergentes desarrolladas en educación superior a partir del confinamiento por la COVID-19. *Apertura*. 2022;14(1):114-31. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2149>
16. Rosenberg J, Koehler M. Context and technological pedagogical content knowledge (TPACK): a systematic review. *J Res Technol Educ*. 2015;47(3):186-210. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>

17. Dolores M. Proceso de enseñanza: ¿cuál es el mejor? TecReview [Internet]. 2021 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: <https://tecreview.tec.mx/2021/09/30/tendencias/proceso-de-ensenanza>
18. Koehler MJ, Mishra P. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemp Issues Technol Teach Educ*. 2009;9(1):60-70. <https://bit.ly/3n9wYjV>
19. Salas-Rueda RA. Modelo TPACK: ¿medio para innovar el proceso educativo considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático? *Entre Cienc*. 2019;7(19). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67511>
20. Hodgkinson-Williams C, Gray E. Degrees of openness: the emergence of open educational resources at the University of Cape Town. *Int J Educ Dev ICT*. 2009;5(5):101-16.
21. Weller M. The battle for open: a perspective. *J Interact Media Educ*. 2013;(3):Art. 15. <https://doi.org/10.5334/2013-15>
22. Adell J, Castañeda L. Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En: Hernández J, Pennesi M, Sobrino D, Vázquez A, coordinadores. *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología; 2012. p. 13-32.
23. Sánchez-Mendiola M, editor. *Glosario de innovación educativa: lista de términos clave*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2022. ISBN: 978-607-30-5658-8.
24. Toledo Lara G. Pedagogías emergentes: una aproximación exploratoria. *Aposta Rev Cienc Soc*. 2021;(91):98-113. Disponible en: <http://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/toledolara.pdf>
25. Montanero Fernández M. Métodos pedagógicos emergentes para un nuevo siglo: ¿qué hay realmente de innovación? *Teor Educ Rev Interuniv*. 2019;31(1):5-34. <https://doi.org/10.14201/teri.19758>
26. Díaz-Barriga FA, Hernández-Rojas G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista [Internet]. Disponible en: https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf
27. Latorre-Coscolluela C, Vázquez-Toledo S, Rodríguez-Martínez A, Liesa-Orús M. Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. *Rev Electr Investig Educ*. 2020;22:e28. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e28.2917>
28. Beckman SL, Barry M. Innovation as a learning process. *Embedding Design Thinking*. *Calif Manage Rev*. 2007;50(1):25-57. <https://doi.org/10.2307/41166415>
29. Elsbach KD, Stigliani I. Design Thinking and organizational culture: a review and framework for future research. *J Manag*. 2018;44(6):2274-306. <https://doi.org/10.1177/0149206317744252>
30. Chin D, Blair K, Wolf R, Conlin L, Cutumisu M, Pfaffman J, et al. Educating and measuring choice: a test of the transfer of Design Thinking in problem solving and learning. *J Learn Sci*. 2019;28(3):337-80. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1570933>
31. Kolb DA. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall; 1984.
32. Jerónimo Montes JA, Cruz Ramírez JI, Martínez Rodríguez AR, Reyes Barrera ME. El uso y apropiación de recursos educativos abiertos 3D para la integración de las áreas básicas en la práctica clínica. *Interdiscip J Didact*. 2025;(2):75-92. <https://doi.org/10.14198/ijd.28955>
33. Quintana-Ordorika A, Garay-Ruiz U, Portillo-Berasaluce J. A systematic review of the literature on maker education and teacher training. *Educ Sci*. 2024;14(12):1310. doi:10.3390/educsci14121310.
34. Brown T, Wyatt J. Design Thinking for social innovation. *Stanford Soc Innov Rev*. 2010;8(1):30-5

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se desarrolló en el marco de los estudios de Doctorado en Ambientes, Sistemas y Gestión en Educación Multimodal (DASEM) de la Universidad Rosario Castellanos.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: José Antonio Jerónimo Montes, Lilian Gabriela Valencia Turcotte.

Metodología: Lilian Gabriela Valencia Turcotte.

Supervisión: José Antonio Jerónimo Montes.

Redacción - borrador original: Lilian Gabriela Valencia Turcotte.

Redacción - revisión y edición: José Antonio Jerónimo Montes.