

TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato

TPACK: Innovation in the teaching of chemistry during the Covid-19 pandemic in high school students

Fernando Becerril Morales* | Brenda Mendoza González**

Recepción del artículo: 25/09/2021 | Aceptación para publicación: 01/03/2022 | Publicación: 30/03/2022

RESUMEN

La instrucción con herramientas tecnológicas en línea durante la pandemia provocada por la covid-19 fue la principal alternativa debido a las restricciones en todo el mundo, y su inserción requirió de modelos que las hicieran más eficientes. El objetivo de esta investigación fue conocer la eficacia del modelo TPACK haciendo uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química II en nivel medio superior, durante la contingencia. Fue un estudio cuasi-experimental con diseño A-B-A, en el que participaron 152 estudiantes de cuarto semestre de bachillerato de una institución pública, distribuidos en cuatro grupos experimentales a los que se les aplicó un programa educativo. Se diseñaron tres pruebas que fueron validadas mediante juicio de expertos, con $\alpha = .91, .92$ y $.93$, además de que se aplicaron como pre y posprueba. El programa educativo se desarrolló en el modelo TPACK, con apoyo de las TIC. Los datos se analizaron a través del contraste *t de student* y mostraron una mejora en el rendimiento del alumnado participante después de la intervención. Se generó un diseño innovador de instrucción con el modelo TPACK, que demostró su eficacia en la inserción de la tecnología para la enseñanza que puede generalizarse a la instrucción de otros temas de química en bachillerato.

Abstract

Education with online tech tools during the pandemic caused by covid-19 was the principal alternative due the restrictions worldwide, and its insertion required models that made them more efficient. The aim of this research was to know the effectiveness of the TPACK model making use of ICT in the teaching-learning process of the subject Chemistry II in upper middle level, during the contingency. It was a quasi-experimental study with A-B-A design, involving 152 fourth-semester high school students from a public institution, distributed into four experimental groups in which an educational program was implemented. Three tests were designed and validated by expert judgement, with $\alpha = .91, .92$ and $.93$, and were applied as a pre- and post-test. The educational program was developed in the TPACK model, using ICT. The data were analyzed through the student's *t-test* and showed improved performance of the participating students after the intervention. An innovative design of instruction was generated with the TPACK model, which demonstrated its effectiveness for the insertion of technology for teaching that can be generalized to the instruction of other chemistry topics in high school.



Palabras clave

Innovación educacional; TIC; química orgánica; TPACK



Keywords

Educational innovation; ICT; organic chemistry; TPACK



INTRODUCCIÓN

En marzo de 2020, 28 países de América Latina y el Caribe suspendieron clases presenciales a causa de la pandemia generada por la covid-19, afectando a cerca de 160 millones estudiantes (CEPAL, 2020; CEPAL-Unesco, 2020), con lo cual ocurrió una migración obligada hacia una educación virtual en poco tiempo (Bao, 2020; García-Peñalvo, Corell, Abella-García y Grande, 2020; Ramírez-Montoya, 2020; Reyes y Quiróz, 2020; Vollbrecht, Porter-Stransky y Lackey-Cornelison, 2020).

Ante esta situación, se requerían soluciones inmediatas y efectivas para ofrecer educación en cualquier región del mundo, por lo que la implementación de plataformas virtuales para la educación a distancia resultó ser la alternativa principal

(Ramírez-Montoya, 2020; Rodríguez *et al.*, 2020; Unesco-IESALC, 2021). Esto tuvo como resultado que la educación en línea se incrementara 62% en países de América Latina, incluido México, entre el primer y segundo trimestre de 2020 (CEPAL-Unesco, 2020).

Mediante la educación virtual, que se vale del uso de diferentes herramientas digitales, se crearon entornos de aprendizaje adaptados al contexto de la covid-19, que fueron más personalizados, flexibles e inclusivos (Gelles *et al.*, 2020; Jimola y Ofodu, 2021; Stenhoff, Pennington y Tapp, 2020; Yates *et al.*, 2021). Asimismo, a través de las plataformas virtuales se implementaron clases de forma sincrónica y asincrónica (Becerra, Quintana y Reyes, 2020; Vollbrecht *et al.*, 2020).

Ante esta crisis sanitaria, los docentes se convirtieron en facilitadores del aprendizaje y



diseñadores de entornos virtuales de aprendizaje (Unesco, 2021). Algunas instituciones educativas en diferentes países ya contaban con programas educativos alojados en plataformas específicas para la educación a distancia, lo que permitió se adaptaran rápidamente ante la contingencia mundial (Ramírez-Montoya, 2020). En México y América Latina, debido a que la educación virtual es incipiente, la mayoría de las instituciones realizaron grandes esfuerzos para elegir y construir estrategias educativas centradas en el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) (Bizberge y Segura, 2020; Ramírez-Montoya, 2020), considerando que el alumnado tiene carencias de dispositivos electrónicos y cuenta con acceso limitado a internet (INEGI, 2020; Unesco, 2021; Unesco-IESALC, 2021).

Esos no fueron los únicos retos, ya que se requirió la generación y la comprobación de estrategias de enseñanza eficaces que potencializaran el uso de las tecnologías digitales para la instrucción de calidad en línea. Ante esto, cobró relevancia el modelo del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus

siglas en inglés, *Technological Pedagogical Content Knowledge*), concebido para una inserción eficaz de la tecnología en la enseñanza en ambientes virtuales (Bento, Sommer y Rocha, 2021; Koehler, Mishra y Cain, 2015; Mishra, 2019). El modelo TPACK se ha utilizado desde hace tiempo con buenos resultados en la formación docente, buscando conferir a los profesores las habilidades necesarias para optimizar la inserción de TIC en la enseñanza (Baracaldo, 2019; Tanak, 2020).

Es un modelo tecnopedagógico integral para ambientes virtuales, involucra las interrelaciones entre tres elementos principales: el área disciplinar (contenidos de la materia a enseñar), el área pedagógica (métodos utilizados para la enseñanza-aprendizaje, metas académicas que se deben cumplir al terminar la instrucción en el contexto virtual) y el área tecnológica (recursos y herramientas tecnológicas, TIC) (Koehler, 2012; Koehler y Mishra, 2009; Koehler *et al.*, 2015; Roig, Mengual y Quinto, 2015; Rosenberg *et al.*, 2015; Santos y Castro, 2021; Zhang y Tang, 2021).

Estos elementos básicos interaccionan entre sí, a fin de optimizar la enseñanza-aprendizaje

en ambientes virtuales, por lo que a partir de estos tres elementos se generan tres combinaciones. La primera es el conocimiento pedagógico del contenido, es decir, los métodos de instrucción que permiten el acceso al tema de manera más entendible para el alumnado; la segunda es el conocimiento tecnológico del contenido (la forma en que la tecnología y el contenido se influyen), por lo que el docente hace uso de las TIC para acceder al contenido de la materia enseñada; y la tercer combinación es la denominada conocimiento tecnológico pedagógico, que muestra cómo el proceso de enseñanza-aprendizaje puede variar y además debe ser adaptado al tipo de tecnología que se usa (Koehler *et al.*, 2009; Shulman, 1986). El modelo TPACK permite identificar los recursos tecnológicos que potencializan el aprendizaje de contenidos específicos, aplicando la más adecuada para cada forma de instrucción, también permite conocer el contexto en el cual se llevará a cabo la implementación (Mishra, 2019; Rosenberg y Koehler, 2015).

En el área pedagógica, el modelo TPACK contempla el uso del aprendizaje cooperativo, el aula invertida y la evaluación formativa, elementos considerados en secuencias didácticas para la instrucción. Estas se definen como un conjunto articulado y ordenado de actividades que conforman las unidades de aprendizaje y se construyen en función de los objetivos de aprendizaje, es crucial el orden interno para alcanzarlos (Zabala, 2000). En las secuencias didácticas las actividades deben diseñarse de manera que al realizarse generen situaciones significativas para los estudiantes (Díaz-Barriga, 2013); en una secuencia se debe comenzar con una producción inicial, seguir una serie de talleres y cerrar con las consideraciones para identificar el avance del alumnado (Soler, Villacañas de Castro y Pich, 2013).

Para que una secuencia sea diseñada integrando el aprendizaje cooperativo, debe incluir: activación, orientación de la atención, interacción personal, procesamiento de la información, re-

capitulación, evaluación y SSMT (sentido, significado, metacognición y transferencia; Ferreiro y Espino, 2009).

Se entiende al aprendizaje cooperativo como un método de instrucción en el que los estudiantes trabajan juntos en grupos pequeños para extender su propio aprendizaje y el de los demás (Johnson y Johnson, 2014; Johnson, Johnson y Holubec, 1999; Slavin, 2014). Para que este permita alcanzar metas de aprendizaje compartidas, se deben integrar a una clase cooperativa los siguientes cinco elementos esenciales:

- a) Interdependencia positiva. Cada miembro del equipo se concibe vinculado a los demás, y solo logrará sus objetivos si los demás también lo hacen (Deutsch, 1962; Johnson y Johnson, 2005; Johnson, Johnson y Smith, 2014; Slavin, 1996). Si los estudiantes valoran el trabajo conjunto cada miembro estará motivado para una enseñanza mutua, lo que asegura que todos entiendan la materia (Slavin, 1996 y 2014).
- b) Responsabilidad individual. Cada integrante del equipo será responsable, contribuirá, pero también recibirá aportaciones; primero aprenden juntos para después funcionar mejor como individuos (Johnson *et al.*, 1999; Slavin, 1996).
- c) Habilidades sociales. Los integrantes desarrollan habilidades interpersonales con la misma intensidad que las académicas para que el trabajo cooperativo fructifique en la toma de decisiones, el manejo de conflictos y el liderazgo (Johnson *et al.*, 1999).
- d) Interacción promotora. En la interacción en un ambiente dinámico prevalece la ayuda de unos a otros, se elogian los esfuerzos de los demás por aprender y se privilegia el diálogo, promoviendo la retroalimentación, lo que conduce al éxito general (Johnson *et al.*, 1999; Johnson *et al.*, 2014).
- e) Procesamiento grupal. Representa un momento de reflexión del equipo cooperativo que

derive en tomar decisiones y compromisos encaminados a lograr un mejor desempeño del equipo (Johnson *et al.*, 1999; Johnson *et al.*, 2014).

Otro elemento esencial en el modelo TPACK es el aula invertida (*flipped classroom*), ya que promueve el aprendizaje invertido, que es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se traslada del aprendizaje individual al aprendizaje en grupo, transformando el espacio grupal en un ambiente de aprendizaje interactivo en el cual el educador conduce a los estudiantes a involucrarse creativamente en el tema para que realicen una aplicación de su aprendizaje (Bergmann y Sams, 2012; Flipped Learning Network [FLN], 2014), de tal manera que lo que tradicionalmente se realizaba en clase ahora se hace en casa, mientras que lo que se realizaba como tarea ahora se completa en clase. Para lograr el aprendizaje invertido se requiere de cuatro pilares fundamentales (FNL, 2014): ambiente flexible, que promueve múltiples estilos de aprendizaje; cultura de aprendizaje, que fomenta un aprendizaje más incluyente centrado en el estudiante

(Hwang, Lai y Wang, 2015); contenido dirigido, por medio de la instrucción diferenciada para facilitar el aprendizaje de todos (Hwang *et al.*, 2015); y facilitador profesional, a través de una instrucción reflexiva, orientada a retroalimentar el desempeño del estudiante mediante la evaluación formativa.

Al trabajar en un aula invertida, los estudiantes se introducen en el tema para aprender antes de la clase, revisando videos, presentaciones, tutoriales, series de ejercicios, realizando investigaciones, entre otras actividades que por lo general son elegidas o diseñadas por el docente (González y Abad, 2020; Reyes, Villafuerte y Zambrano, 2020). Posteriormente, en clases presenciales o sincrónicas, ya con cierto aprendizaje acerca del tema (Prieto, Barbarroja, Álvarez y Corell, 2021; Reyes *et al.*, 2020), se realizan diversas actividades de aprendizaje (ejercicios, discusiones, organizadores de información, foros, cuestionarios, entre otras), en su mayoría de manera cooperativa (Gámiz, 2017; González *et al.*, 2020; Reyes *et al.*, 2020), para profundizar, repasar, revisar y retroalimentar acerca del tema en cuestión (Hernández, Prada y Gamboa, 2020).

Ambas metodologías (aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido) promueven la realización de ajustes necesarios al proceso de instrucción en función del contexto, las necesidades de los estudiantes y las características de los contenidos, para una mayor eficacia de su aplicación (Bergmann *et al.*, 2012; FNL, 2014; Johnson y Johnson, 2014), lo cual se alinea perfectamente con el modelo TPACK. Las estrategias de aprendizaje cooperativo con el uso de tecnología han demostrado que pueden conducir a un incremento significativo del aprendizaje en distintas áreas de conocimiento, como es el caso de la química (Hassan y Salihu, 2020; White, Dubrovskiy y Peters, 2020; Qiang, 2018). Al integrar el modelo TPACK y el aprendizaje cooperativo se visualiza una mejor percepción de la competencia digital docente al insertar actividades cooperativas con apoyo digital (Meroño, Calderón y Arias-Estero, 2021).

Otro elemento esencial en el modelo TPACK es el aula invertida (*flipped classroom*), ya que promueve el aprendizaje invertido, que es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se traslada del aprendizaje individual al aprendizaje en grupo

A través de la implementación del modelo TPACK se logra un mayor conocimiento pedagógico, lo que facilita el uso de métodos de enseñanza, como el aprendizaje cooperativo (Bingimlas, 2018) y el aula invertida, logrando que su inserción sea en modalidad de aprendizaje híbrido, con lo cual se disminuye la cantidad de tiempo en el trabajo cara a cara, debido a que la mayor cantidad del aprendizaje de los contenidos se realiza fuera del salón de clases y el trabajo presencial se canaliza en resolver dudas y proporcionar retroalimentación (Eichler y Peeples, 2016), lo que se ajusta a las exigencias escolares actuales en el contexto de la pandemia por la covid-19.

Con relación a estos ajustes en el proceso de aprendizaje, es importante desarrollar un tipo de evaluación acorde con estrategias de innovación del modelo TPACK, por lo que se sugiere emplear la evaluación formativa, ya que a través de esta los docentes toman decisiones de instrucción a partir de la información recabada, retroalimentando a los estudiantes para mejorar su propio desempeño (Brookhart, 2009) y motivar su aprendizaje (Brookhart, 2009; Leenknecht, Wijnia, Köhler, Fryer, Rikers y Loyens, 2021). La evaluación formativa atiende una razón de regulación, se orienta a que el estudiante se acerque a los objetivos de formación apoyando el proceso de aprendizaje, y se constituye como parte de un trabajo cooperativo, de un contrato de confianza, donde la ayuda es mutua (Perrenoud, 2001).

Con base en lo anterior, las bondades del uso del modelo TPACK han demostrado sus aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia, diversas regiones del mundo y en distintos niveles educativos, fundamentalmente en el nivel medio superior y superior. Por ejemplo, en Lesotho, África, en la enseñanza de química en bachillerato a través del modelo TPACK mostró su efectividad en el aprendizaje, así como en la mejora del rendimiento cognitivo del alumnado (Bohloko, Makatjane, George y Mokuku, 2019). En secundarias de Nigeria se demostró que el

dominio docente en el modelo TPACK influye significativamente en la alfabetización y actitud científica de los estudiantes (Adebusuyi, Bami-dele y Adebusuyi, 2020).

En Asia también se ha comprobado su utilidad, por ejemplo en Israel el marco TPACK facilitó la creación de materiales para los alumnos de bachillerato en la materia de química para la enseñanza en línea durante la pandemia (Rap *et al.*, 2020). En Indonesia se reportó cómo la aplicación del material didáctico denominado: medios de aprendizaje de historia basados en TPACK, condujo a un mayor aprendizaje en historia en los niveles de bachillerato (Kurniawan y Sumargono, 2021). Por su parte, en Brunei, en 2020, un estudio en secundaria mostró que la implementación de lecciones diseñadas bajo TPACK condujo a una mejora en la comprensión de ósmosis y difusión (Awang, Salleh y Shahrill, 2020).

En América Latina, específicamente en México, se describió el diseño de una aplicación web para el proceso educativo sobre el logaritmo (AEL) bajo el modelo TPACK, que demostró influir positivamente en la comprensión de aspectos teóricos del logaritmo en el área de matemáticas financieras (Salas, Gamboa, Salas y Salas, 2020).

Después de una revisión en la literatura reciente, puede concluirse que el modelo TPACK facilita la inserción eficaz de tecnología en la enseñanza; sin embargo, hasta el momento son nulos los estudios con alumnado de química en bachillerato en México, enfocados en el aprendizaje de química orgánica, asimismo, cabe mencionar que en otros niveles educativos el uso del modelo TPACK aún es escaso. Los estudios de otros países demuestran la efectividad de la enseñanza con tecnología bajo el marco TPACK para mejorar las calificaciones y el avance académico, por lo que el objetivo de la presente investigación es conocer la eficacia del modelo TPACK, haciendo uso de TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química II en nivel

medio superior, durante la pandemia provocada por la covid-19.

MÉTODO

Participantes

Participaron 152 estudiantes de bachillerato de cuarto semestre del turno matutino de una preparatoria pública, ubicada en el sur del Estado de México: 103 mujeres (67.8%) y 49 hombres (32.2%), con rango de edad entre 16 y 17 años (con un promedio de 16.2 años).

Diseño

El diseño de esta investigación es cuasi-experimental con arreglo A-B-A (Kazdin, 2009). En la Fase A se evaluaron los conocimientos con una preprueba, mientras que en la fase B se implementó un programa de intervención, finalmente se aplica la misma herramienta, como posprueba (Fase A). Este diseño permite comparar las fases pre y posprueba para revisar la eficacia del programa de intervención (Benítez, Domeniconi y Bondioli, 2019).

INSTRUMENTOS

Para cumplir con el objetivo de la investigación se aplicaron tres instrumentos: Prueba I, Prueba II y Prueba III. Estos tienen validez de contenido a través de la técnica de criterio de jueces y obtuvieron un índice de V de Aiken como sigue: 0.98 para la Prueba I, 0.99 para la Prueba II y 1.0 para la Prueba III.

Cada una de las pruebas mide los contenidos establecidos en el plan y los programas de estudios oficiales de la preparatoria participante. La Prueba I tiene por objetivo medir el conocimiento acerca de los hidrocarburos alifáticos, su obtención, sus propiedades y su clasificación, y consta de 43 reactivos, con un Alpha de Cronbach de $\alpha=0.91$. La Prueba II busca medir los conocimientos acerca de las fórmulas químicas, los tipos de carbono, la nomenclatura y los isómeros, se compone de 41 reactivos, con un Alpha de Cronbach de $\alpha=0.93$. La Prueba III tiene el propósito de calcular el conocimiento acerca de las reacciones de combustión, la fórmula mínima y molecular, así como cálculos estequiométricos, y se compone de 27 reactivos, con un Alpha de Cronbach de $\alpha=0.92$. En la tabla 1 se muestra la descripción de cada una de las pruebas.

Tabla 1. Instrumentos (Prueba I, II y III), aplicados como preprueba y posprueba, antes y después de implementar las secuencias didácticas con uso de las TIC bajo el modelo TPACK en los cuatro grupos experimentales

INSTRUMENTO	SUBTEMA	CANTIDAD DE REACTIVOS
1. Prueba I (cuestionario)	2.1 Obtención 2.2 Clasificación 2.3 Propiedades físicas y químicas	43
2. Prueba II (cuestionario)	2.4 Fórmulas químicas 2.5 Tipos de carbono en una cadena 2.6 Nomenclatura 2.7 Isómeros estructurales	41
3. Prueba III (cuestionario)	2.8 Reacciones de combustión 3.1 Composición porcentual 3.2 Fórmula mínima y fórmula molecular 3.3 Cálculos estequiométricos en gramos, moles y combinados 3.4 Reactivo limitante y reactivo en exceso	27

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento

El proyecto fue presentado a las autoridades del plantel en el ciclo escolar 2021 y, una vez que se obtuvo el permiso, se identificaron los grupos que participarían; asimismo, se solicitó el consentimiento informado firmado por los padres. Debido a que los participantes de la investigación se insertaban en cuatro grupos, estos se tomaron como grupos naturales para recibir el programa de instrucción educativa con el modelo TPACK. Cada grupo natural fungió como grupo experimental y se le aplicaron las tres fases del diseño experimental, A-B-A. En la tabla 2 se muestra la cantidad de alumnos que tenía cada grupo experimental.

Fase A. Prueba

Antes de aplicar el programa educativo con el modelo TPACK para la instrucción con el uso de las TIC, se evaluaron los conocimientos del alumnado participante de cada conjunto de subtemas (como se describe en la tabla 1) aplicando como preprueba las tres pruebas objetivas, a través de Google Forms.

Fase B. Intervención con TPACK

Durante esta fase, los cuatro grupos experimentales recibieron la instrucción académica en el modelo TPACK. Un profesor, adscrito a la escuela prepara-

toria participante, fue capacitado previamente en el modelo TPACK y fungió como el responsable de operar el programa de intervención.

Los temas impartidos a través del modelo TPACK fueron: hidrocarburos y estequiometría, ambos temas del Módulo II, denominado Hidrocarburos Alifáticos, de la asignatura de Química II del cuarto semestre de bachillerato (plan y programa oficial), los subtemas se pueden ver en la tabla 1.

Para el programa educativo de intervención se diseñaron doce secuencias didácticas, una para cada subtema. En estas se desarrollaron actividades concebidas para la inserción de herramientas tecnológicas en función del modelo TPACK. A continuación se describen los elementos del modelo y cómo se aplicaron en el diseño del programa de intervención: Conocimiento del contenido (CK, *Content Knowledge*), se refiere a cada uno de los temas a enseñar; Conocimiento tecnológico (TK, *Technological Knowledge*), involucra al *hardware* y al *software* usados en la intervención (ver tabla 3); Conocimiento pedagógico (PK, *Pedagogical Knowledge*), implica la metodología aplicada para la instrucción, reúne metodologías activas como el aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido, que han mostrado ser útiles en la enseñanza-aprendizaje con el uso de herramientas tecnológicas (Drozdikova-Zaripova y Sapirova, 2020; Ivone, Jacobs y Renandya, 2020; Sointu *et al.*, 2019).

Tabla 2. Distribución de estudiantes en los cuatro grupos experimentales

GRUPO EXPERIMENTAL	ALUMNOS		GRUPO EXPERIMENTAL	ALUMNOS	
1	Mujeres	27	3	Mujeres	25
	Hombres	11		Hombres	12
	Total	38		Total	37
2	Mujeres	31	4	Mujeres	20
	Hombres	10		Hombres	16
	Total	41		Total	36
Total de estudiantes			152		

Fuente: elaboración propia.

En el Conocimiento pedagógico del contenido (PCK, *Pedagogical Content Knowledge*), se emplearon los métodos de instrucción, aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido, adaptados a los temas. En esta área, como parte del proceso de evaluación formativa, que durante la pandemia provocada por la covid-19 fue una de las formas de evaluar el trabajo en línea (Filippi, Lafuente, Ballesteros y Bertone, 2021; Galarza-Salazar, 2021 y García, 2021), se usaron estrategias de retroalimentación para pruebas que se aplicaron en cada subtema, dos de ellas se contestaron de manera cooperativa (equipos de tres integrantes), mientras que otra de manera individual. La retroalimentación se generó de manera sincrónica a través de Google Forms, considerando los reactivos con más errores y las dudas de los estudiantes.

La implementación de cada secuencia didáctica diseñada, las cuales contaban con los momentos del aprendizaje cooperativo indicados por Ferreiro *et al.* (2009), buscaba que cada equipo cooperativo desarrollara sus habilidades para trabajar cooperativamente en todas las sesiones, sobre todo durante las clases sincrónicas. En cada sesión el docente impulsaba este trabajo guiando a los estudiantes y retroalimentándolos, no solo en función de las pruebas objetivas, sino en cada etapa y siempre enfatizando la importancia de que todos contribuyeran equitativamente en cada actividad. Un momento fundamental era la reflexión, para lo cual realizaron un informe cooperativo, mientras que de manera individual contestaron un cuadro PNI (Positivo-Negativo-Interesante) (para más detalles de una secuencia ver anexo 1).

Al iniciar cada tema, para trabajar bajo la metodología de aprendizaje invertido, como lo indican Bergmann *et al.* (2012), antes de examinarlos en clase los estudiantes revisaban individualmente diversos materiales contenidos en la plataforma Teams (videos en YouTube, presentaciones en genially, Powtoon, entre otras, como se describe en el anexo 1) y realizaban las actividades requeridas, principalmente investigaciones, organiza-

dores de información y ejercicios, trabajando de manera asincrónica para avanzar en el aprendizaje, siempre usando las plataformas y *software* adecuado para cada tema en particular (ver tabla 3 y anexo 1). Durante la clase, cuando los estudiantes tenían nociones importantes acerca del tema, las actividades se pudieron conjuntar con las del aprendizaje cooperativo, tal como lo indican Gámiz (2017), González *et al.* (2020) y Reyes *et al.* (2020). El apoyo del docente en cada sesión sincrónica, resolviendo dudas, profundizando y repasando el tema, considerando las necesidades individuales y de cada equipo cooperativo, se encaminaba a orientar a los estudiantes a alcanzar un mejor desempeño colectivo e individual. La retroalimentación resultó esencial durante toda la intervención.

En el área de Conocimiento tecnológico y pedagógico (TPK, *Technological Pedagogical Knowledge*), que implica el uso de la tecnología más adecuada para cada forma de instrucción, se utilizó Teams como sistema de gestión de aprendizaje para las clases sincrónicas y las actividades asincrónicas (esta es la plataforma activada a través de la preparatoria), asimismo, se creó un grupo de WhatsApp y, como ya se indicó, se utilizaron metodologías activas (aprendizaje cooperativo, aprendizaje invertido) y gestión docente (para más detalles ver tabla 3 y anexo 1).

Con respecto al Conocimiento tecnológico del contenido (TCK, *Technological Content Knowledge*), que refiere a la influencia de la tecnología y el contenido, se usaron las herramientas tecnológicas más adecuadas para cada subtema (ver tabla 3). Mientras que en el Conocimiento del contexto (XK, *Context Knowledge*), que contempla al contexto de aplicación, debido a la pandemia se consideró únicamente la enseñanza en línea con estrategias sincrónicas y asincrónicas. De manera integral, el modelo TPACK (conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido), tomó para esta intervención a distancia de estudiantes de bachillerato Microsoft Teams como sistema de gestión de aprendizaje para crear un ambiente

virtual de aprendizaje con herramientas digitales como Piktochart, miMind y WhatsApp para el trabajo cooperativo, y genially, PowToon, YouTube, ChemSketch, MarvinSketch y Forms para la enseñanza-aprendizaje a través del aprendizaje cooperativo y el aprendizaje invertido para la instrucción de temas de hidrocarburos de la unidad de aprendizaje de la materia Química II.

En la tabla 3 se muestran las distintas plataformas, aplicaciones, *software* y dispositivos electrónicos que más se utilizaron para la enseñanza-aprendizaje durante la intervención.

Fase A. Posprueba

Después de la instrucción, haciendo uso de las TIC bajo el modelo TPACK, se evaluaron nuevamente los conocimientos de los estudiantes de los cuatro grupos experimentales, aplicando las tres

pruebas objetivas (ver tabla 1) como posprueba, para contrastar los resultados antes y después de la intervención educativa. Nuevamente, la aplicación se realizó en línea, por Google Forms.

Procesamiento de la información

Para dar respuesta al objetivo general de la investigación, se desarrolló un contraste de medias de las tres pruebas aplicadas a los estudiantes participantes durante el pre y postratamiento, utilizando el *software* SPSS (v. 26). Se usó el estadístico de contraste *t de student*, a través del contraste de muestras relacionadas (ya que para cada alumno se compararon los datos de las medidas pre y postratamiento). Para determinar la eficacia, se identificó si existieron diferencias significativas en el aprendizaje del alumnado de los cuatro grupos experimentales antes y después del tratamiento.

Tabla 3. Plataformas y *software* utilizados durante la intervención, según sus características y uso

LA PLATAFORMA MICROSOFT TEAMS FUE UTILIZADA COMO SISTEMA DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE		
ELABORACIÓN DE RECURSOS Y MATERIAL DIDÁCTICO	CLASES SINCRÓNICAS Y ASINCRÓNICAS	
	HERRAMIENTA	Uso
YouTube Chemsketch MarvinSketch KingDraw Chemical genially PowToon PowerPoint Excel	Chemsketch Marvinsketch KingDraw Chemical	Representación y nomenclatura de hidrocarburos
	genially PowToon PowerPoint	Presentaciones
	Piktochart Canva	Infografías
	miMind Cmaps Tools Popplet	Mapas conceptuales
	Excel	Cálculos estequiométricos
Evaluación (formativa y sumativa)	Forms de Microsoft, Google Forms	
Comunicación (sincrónica y asincrónica) y trabajo cooperativo	Teams, WhatsApp, Messenger y Google Drive	

Nota: los dispositivos más utilizados por los estudiantes para las clases sincrónicas y asincrónicas fueron las *laptops*, los celulares, las computadoras de escritorio y las tabletas. El docente utilizó *laptop* y celular.

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Contraste de medias para la Prueba I

En la tabla 4 se presentan las comparaciones que se realizaron para cada reactivo, antes y después del programa de instrucción.

Se puede observar que 90% de las respuestas mostró diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.001$) al realizar el contraste antes y después de la intervención educativa. Asimismo, se identifica que no hubo cambios antes y después del tratamiento en los reactivos 3b y 4d ($p > 0.01$). Para el reactivo 4c no se demostró aprendizaje

Tabla 4. Contraste de medias pre y posintervención educativa de la Prueba I

FACTOR DEL INSTRUMENTO	REACTIVO	PRE Tx \bar{X}	POS Tx \bar{X}	GL	T	P
1	1	1.2	1.8	151	-10.713	.000
2	2	1.6	1.9	151	-6.165	.000
3	3a	1.3	1.6	151	-4.075	.000
4	3b	1.2	1.3	151	-1.547	.124
5	3c	1.3	1.5	151	-2.859	.005
6	3d	1.3	1.6	151	-3.372	.001
7	4a	1.2	1.5	151	-4.290	.000
8	4b	1.4	1.6	151	-3.541	.001
9	4c	1.1	1.2	151	-2.581	.000
10	4d	1.2	1.3	151	-1.517	.130
11	5	1.7	1.9	151	-4.613	.000
12	6	1.5	1.8	151	-5.464	.000
13	7	1.3	1.7	151	-7.237	.000
14	8	1.1	1.5	151	-8.087	.000
15	9	1.2	1.8	151	-12.046	.000
16	10	1.2	1.6	151	-7.237	.000
17	11a	1.1	1.7	151	-12.138	.000
18	11b	1.2	1.8	151	-11.770	.000
19	11c	1.1	1.7	151	-10.367	.000
20	11d	1.1	1.7	151	-11.224	.000
21	11e	1.4	1.8	151	-9.299	.000
22	12 a	1.1	1.7	151	-7.854	.000
23	12b	1.2	1.7	151	-8.369	.000
24	12c	1.3	1.7	151	-7.235	.000
25	13	1.4	1.8	151	-7.501	.000
26	14	1.2	1.4	151	-3.475	.000
27	15 a	1.4	1.8	151	-7.815	.000
28	15b	1.1	1.6	151	-9.054	.000
29	15c	1.3	1.7	151	-7.126	.000

FACTOR DEL INSTRUMENTO	REACTIVO	PRE Tx \bar{X}	POS Tx \bar{X}	GL	T	P
30	15d	1.3	1.7	151	-5.834	.000
31	15e	1.3	1.7	151	-6.080	.000
32	15f	1.3	1.7	151	-6.080	.000
33	15g	1.3	1.8	151	-6.819	.000
34	15h	1.2	1.6	151	-7.123	.000
35	15i	1.3	1.7	151	-5.452	.000
36	16	1.3	1.6	151	-6.035	.000
37	17a	1.2	1.5	151	-5.478	.000
38	17b	1.1	1.4	151	-6.248	.000
39	17c	1.2	1.5	151	-4.544	.000
40	18	1.3	1.6	151	-4.368	.000
41	19	1.3	1.6	151	-5.976	.000
42	20	1.1	1.7	151	-10.039	.000
43	21	1.3	1.7	151	-7.831	.000

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad.

Fuente: elaboración propia.

posterior al tratamiento, ya que tanto en la pre como en la posprueba los valores son alrededor del 1, que representan una respuesta incorrecta.

En la figura 1 se puede identificar visualmente el cambio del aprendizaje del alumnado en la unidad de aprendizaje de Química II al contrastar la fase pretratamiento (Fase A) con la intervención educativa (Fase B), ya que no hay traslapeamiento debido a que en la fase A la mayoría de

las respuestas son incorrectas (valores alrededor de 1), mientras que en la fase B (tratamiento) sus respuestas tienen valores alrededor de 2, es decir, son correctas; asimismo, se identifican cambios en la tendencia de la fase B, al existir un aumento con respecto a la fase pretratamiento. El incremento del aprendizaje del alumnado mostrado en la fase B se mantiene en la fase posterior al tratamiento (Fase A).

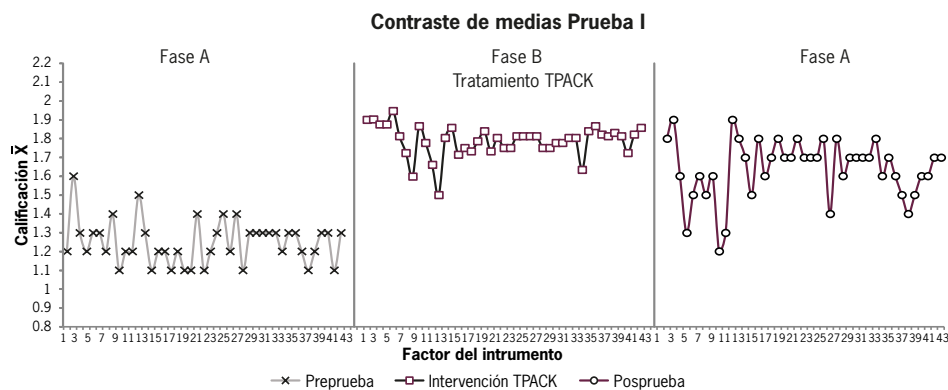


Figura 1. Respuestas en la Prueba I, antes y después de la intervención.

Fuente: elaboración propia.

Contraste de medias para la Prueba II

En la tabla 5 se presenta la comparación de las medias que se realizaron para cada reactivo antes (pretratamiento del programa de innovación educativa usando TIC) y después de la intervención educativa (postratamiento).

En la tabla 5 se puede observar que, de 41 reactivos comparados, únicamente tres de ellos

(reactivos 22, 26 y 27a) no fueron significativos ($p > 0.05$), es decir, 93% de los reactivos mostró diferencias estadísticamente relevantes ($p < 0.05$) después de la intervención educativa. En un bloque de reactivos (del 12b al 12f), sí se mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), además se observa que el alumnado lo contestó correctamente antes y después de la intervención educativa.

Tabla 5. Contraste de medias pre y posintervención educativa Prueba II

FACTOR DEL INSTRUMENTO	REACTIVO	PRE Tx \bar{X}	Pos Tx \bar{X}	GL	T	P
1	1	1.3	1.6	113	-3.319	.001
2	2	1.1	1.6	113	-6.977	.000
3	3	1.3	1.5	113	-2.258	.020
4	4	1.2	1.7	113	-6.794	.000
5	5	1.3	1.7	113	-4.587	.000
6	6a	1.4	1.8	113	-2.864	.005
7	6b	1.3	1.9	113	-7.920	.000
8	6c	1.3	1.8	113	-4.975	.000
9	6d	1.5	1.9	113	-6.227	.000
10	7	1.1	1.8	113	-12.478	.000
11	8	1.4	1.8	113	-6.136	.000
12	9	1.1	1.8	113	-11.108	.000
13	10	1.2	1.8	113	-11.176	.000
14	11a	1.3	1.9	113	-9.697	.000
15	11b	1.3	1.8	113	-8.829	.000
16	11c	1.2	1.8	113	-11.056	.000
17	11d	1.2	1.8	113	-12.291	.000
18	12a	1.3	1.8	113	-4.441	.000
19	12b	1.7	1.9	113	-3.608	.000
20	12c	1.5	1.8	113	-2.883	.005
21	12d	1.6	1.8	113	-3.139	.002
22	12e	1.6	1.8	113	-3.139	.002
23	12f	1.7	1.8	113	-2.002	.040
24	13	1.0	1.8	113	-18.199	.000
25	14	1.0	1.8	113	-18.199	.000
26	15	1.0	1.8	113	-18.630	.000
27	16	1.0	1.8	113	-18.199	.000

FACTOR DEL INSTRUMENTO	REACTIVO	PRE Tx \bar{X}	POS Tx \bar{X}	GL	T	P
28	17	1.0	1.8	113	-18.630	.000
29	18	1.0	1.8	113	-5.754	.000
30	19	1.3	1.9	113	-5.746	.000
31	20	1.2	1.7	113	-6.781	.000
32	21	1.2	1.6	113	-3.825	.000
33	22	1.3	1.4	113	-.533	.590
34	23	1.3	1.7	113	-5.408	.000
35	24	1.1	1.5	113	-3.734	.000
36	25	1.1	1.5	113	1.135	.000
37	26	1.1	1.1	113	-1.839	.250
38	27a	1.3	1.4	113	-2.355	.070
39	27b	1.2	1.4	113	-4.099	.020
40	27c	1.1	1.5	113	-2.987	.000
41	27d	1.3	1.7	113	-4.916	.003

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se identifica visualmente que existe un cambio en el aprendizaje del alumnado, ya que en la fase pretratamiento las respuestas son incorrectas (valor 1) y en la fase de la instrucción educativa o tratamiento (B) las respuestas son correctas (valor 2), por lo anterior no hay trasla-

pamiento en las respuestas de los alumnos en estas fases. Se identifica también un cambio en la tendencia de las respuestas, demostrándose un incremento en la fase de tratamiento (B) que se mantiene en la fase postratamiento.

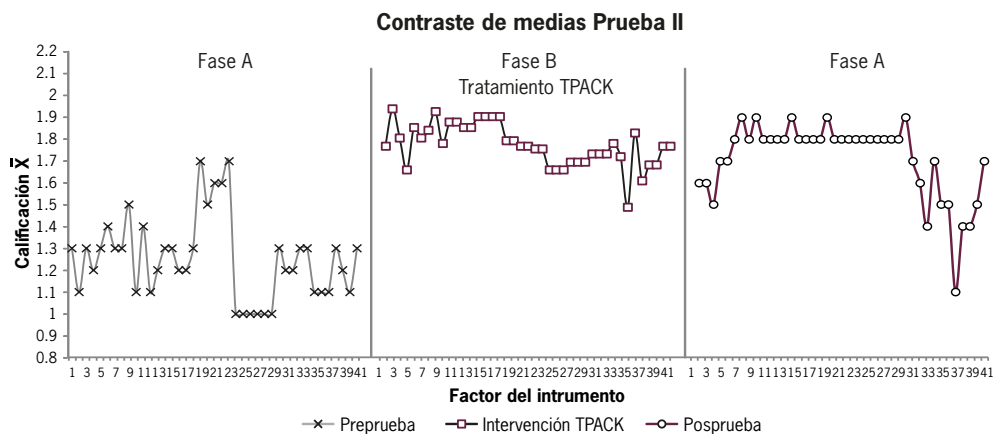


Figura 2. Respuestas en la Prueba II, antes y después de la intervención.

Fuente: elaboración propia.

Contraste de medias para la Prueba III

En la tabla 6 se muestra el contraste de medias antes y después de la intervención. Se puede observar que de los 27 reactivos comparados en la Prueba III, todos mostraron diferencias estadís-

ticamente significativas ($p < 0.001$) después de la intervención educativa.

Asimismo, en la figura 3 se muestran gráficamente las respuestas del alumnado antes de la intervención (Fase A) que, como se observa, en su mayoría fueron incorrectas (valores alrededor de 1);

Tabla 6. Contraste de medias pre y posintervención educativa Prueba III

FACTOR DEL INSTRUMENTO	REACTIVO	PRE Tx \bar{X}	POS Tx \bar{X}	GL	T	P
1	1	1.4	1.9	109	-7.646	<0.001
2	2	1.1	1.6	109	-8.398	<0.001
3	3	1.3	1.7	109	-5.536	<0.001
4	4	1.2	1.7	109	-5.446	<0.001
5	5	1.4	1.9	109	-7.468	<0.001
6	6	1.3	1.9	109	-10.239	<0.001
7	7	1.2	1.9	109	-11.973	<0.001
8	8	1.2	1.9	109	-11.615	<0.001
9	9	1.2	1.9	109	-11.334	<0.001
10	10	1.3	1.8	109	-7.502	<0.001
11	11	1.1	1.8	109	-9.978	<0.001
12	12	1.2	1.8	109	-11.202	<0.001
13	13	1.3	1.9	109	-8.245	<0.001
14	14	1.2	1.8	109	-8.721	<0.001
15	15	1.1	1.8	109	-12.899	<0.001
16	16	1.2	1.9	109	-11.406	<0.001
17	17	1.2	1.7	109	-7.646	<0.001
18	18	1.2	1.7	109	-7.658	<0.001
19	19	1.2	1.6	109	-6.298	<0.001
20	20	1.2	1.7	109	-7.800	<0.001
21	21	1.2	1.7	109	-8.538	<0.001
22	22	1.2	1.7	109	-8.151	<0.001
23	23	1.1	1.7	109	-9.959	<0.001
24	24	1.2	1.6	109	-5.398	<0.001
25	25	1.3	1.7	109	-5.776	<0.001
26	26	1.2	1.8	109	-9.439	<0.001
27	27	1.2	1.8	109	-8.151	<0.001

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad.

Fuente: elaboración propia.

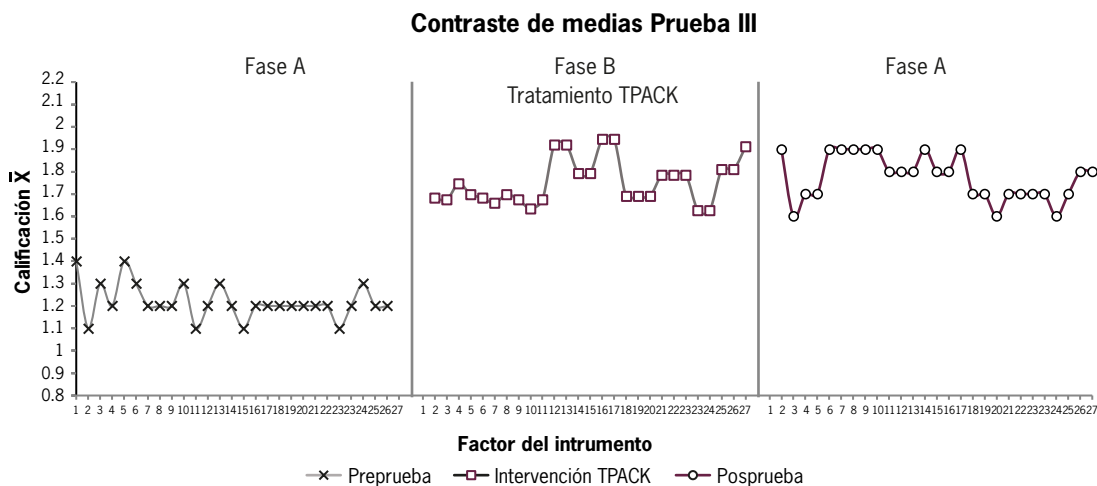


Figura 3. Respuestas en la Prueba III, antes y después de la intervención.

Fuente: elaboración propia.

después de la intervención TPACK (fase B) la mayoría de las respuestas son correctas (con valores alrededor de 2), por lo que se observa que no hay traslapamiento en las respuestas demostrándose diferencias entre las fases A y B. También, se identifica un cambio en la tendencia de las respuestas, por lo que el valor de las respuestas del alumnado se incrementa en la fase B (tratamiento), es decir, en la fase pretratamiento las respuestas oscilan en el valor 1 (incorrecto) y en la fase de tratamiento cambian a valor 2, que significa correcto.

DISCUSIÓN

Se cumplió con el objetivo de la investigación, conocer la eficacia del modelo TPACK en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química II en nivel medio superior durante la pandemia provocada por la covid-19, pues se demostró que este modelo propicia la mejora significativa en el aprendizaje del alumnado de bachillerato en los temas de hidrocarburos bajo la modalidad virtual, combinando el uso de las TIC con la pedagogía, y con base en el contenido de la materia enseñada.

Resultados similares fueron reportados por Bohloko *et al.* (2019), quienes demostraron la efectividad del modelo TPACK para el aprendizaje de temas de química, así como lo reportado por Fitriani, Susilawati y Linda (2020) y Pérez *et al.* (2019), quienes comprobaron la eficacia del uso de las TIC para el aprendizaje de hidrocarburos.

El elemento del modelo TPACK denominado Conocimiento tecnológico, que en este estudio fue a través de la plataforma Microsoft Teams, resultó esencial para facilitar la inserción y el uso eficaz de herramientas tecnológicas entre el alumnado. Hallazgos similares se encontraron en otras investigaciones (Giordano y Christopher, 2020; Olugbade y Olurinola, 2021), donde Microsoft Teams fue una de las plataformas que más se utilizó durante la pandemia (Nguyen y Duong, 2021; Pal y Vanijja, 2020).

La inserción de la metodología activa (aprendizaje cooperativo) como parte del conocimiento pedagógico del modelo TPACK en el programa de intervención, plasmada en las secuencias didácticas diseñadas para cada tema de hidrocarburos, mejoró el desempeño de los estudiantes después de la instrucción, lo cual corrobora lo conseguido

para el aprendizaje de otros temas de química aplicando aprendizaje cooperativo (Hassan *et al.*, 2020; Qiang, 2018; White *et al.*, 2020); asimismo, facilitó la aplicación de esta metodología por parte del docente que brindó la instrucción, como lo reporta Bingimlas (2018).

El aprendizaje invertido también fue un componente esencial del Conocimiento pedagógico en el proceso de instrucción, ya que además de contribuir a la enseñanza en línea durante la pandemia, de manera similar a lo reportado por Elkhatat y Al-Muhtaseb (2021) para la instrucción de otros temas de química, la integración con el aprendizaje cooperativo potencializó el aprendizaje, ya que se logró un mejor diseño de las secuencias didácticas que se adaptaron al contexto, requisito necesario en cualquier secuencia de acuerdo con Zabala (2000), considerando las necesidades de los estudiantes, tal como refieren Bergmann *et al.* (2012). De igual forma, el diseño alcanzado facilitó la retroalimentación, algo característico de ambas metodologías (FNL, 2014; Johnson *et al.*, 2014).

El Conocimiento tecnológico pedagógico, implementado mediante el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje invertido con el uso de tecnología, contribuyó también a esa mejora en el aprendizaje del alumnado, lo cual apoya lo encontrado por Meroño, Calderón y Arias-Estero (2021) y Arora y Arora (2021), quienes determinaron una mejora en el rendimiento académico de estudiantes aplicando el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje invertido con el uso de tecnología bajo el modelo TPACK, respectivamente.

Dos elementos del modelo TPACK fundamentales en esta investigación fueron el Conocimiento tecnológico del contenido y el Conocimiento pedagógico del contenido. Al usar el *software* más adecuado para las características de temas específicos, se simplificó su representación y se facilitó su instrucción (Shulman, 1986). Al respecto, el programa ChemSketch se usó para representar las fórmulas estructurales de hidrocarburos en los temas de fórmulas químicas, nomenclatura e

isómeros estructurales, porque simplifica la representación de cualquier compuesto orgánico, lo que también se demostró en otros estudios (Pongkondek, Marpaung y Parlindungan, 2021). Además, se empleó el programa MarvinSketch para la determinación del nombre de los hidrocarburos, que permite la asignación del nombre de cualquier compuesto orgánico (Flynn *et al.*, 2014). De esta manera, el programa TPACK aquí detallado está en consonancia con lo descrito por Koehler *et al.* (2015), quienes consideran que no hay una manera específica de insertar la tecnología para la enseñanza, pero esta debe realizarse bajo diseños creativos e innovadores.

La adopción de una evaluación formativa en línea como estrategia de retroalimentación (durante la fase de intervención TPACK) contribuyó a una mejora en el desempeño del alumnado, un enfoque similar al propuesto por Filippi *et al.*, (2021), Galarza-Salazar (2021) y García (2021), quienes dieron una orientación formativa a la evaluación durante la pandemia, en contraste con Basogain-Urrutia (2021), quien describe alternativas de evaluación sumativa y cómo evitar trampas de los estudiantes.

Adebusuyi *et al.* (2020) señalaron que la elección de las herramientas digitales más adecuadas para las secuencias didácticas TPACK y el diseño de material didáctico para la instrucción son esenciales para la eficacia en los resultados de aprendizaje, además se ha determinado que la elección adecuada de los instrumentos simplificó la tarea del docente especialmente durante la pandemia (Rap *et al.*, 2020).

Aunque el diseño y la implementación de las estrategias aquí propuestas se concibieron para mitigar la problemática de la pandemia que obligó a suspender las clases presenciales y continuar brindando una educación virtual de forma inmediata (Bozkurt y Sharma, 2020; Oliveira, Teixeira, Torres y Morais, 2021; Rodríguez *et al.*, 2020), se considera que el programa es una construcción que generó estrategias de aprendizaje virtuales e innovadoras en el beneficio de los alumnos (Digión

y Álvarez, 2021; Unesco, 2021; Reyes *et al.*, 2020; Fonseca y Mancheno, 2021).

Una de las limitantes en la investigación es que no se contó con grupo control, ya que debido a la pandemia provocada por la covid-19 no era posible dar una instrucción sin el uso de las TIC; por lo anterior, para futuros estudios se recomienda utilizar un grupo control para contrastar los resultados obtenidos. Otra limitante es no considerar la evaluación del acceso a las herramientas tecnológicas del alumnado y tampoco evaluar sus competencias, pues se ha identificado que los estudiantes de bachillerato no son ciudadanos digitales (Mendoza *et al.*, 2019).

En contraparte, una de las principales fortalezas del presente estudio es que se realizó una inserción de las herramientas tecnológicas en la instrucción de temas de hidrocarburos, enfatizando en la parte pedagógica (Conocimiento pedagógico), usando aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido, situación que no se identifica en investigaciones similares (Adebusuyi *et al.*, 2020; Arora *et al.*, 2021; Awang *et al.*, 2020; Kurniawan *et al.*, 2021; Salas *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

La intervención a través del programa bajo el modelo TPACK condujo a una mejora en el aprendizaje de los temas de hidrocarburos en el alumnado de bachillerato en la materia de Química II durante la pandemia provocada por la covid-19, con lo que se cumplió el objetivo de la investigación.

Cada elemento del modelo TPACK contribuyó a una inserción eficaz de las herramientas tecnológicas idóneas para la instrucción de cada tema de hidrocarburos a través de las metodologías activas, del aprendizaje cooperativo y del aprendizaje invertido, privilegiando la retroalimentación para promover una mejora en el aprendizaje de los alumnos participantes.

Finalmente, el modelo de enseñanza con el uso de las TIC bajo el modelo TPACK delineado en esta investigación se constituye como una alternativa innovadora de enseñanza virtual que puede ser aplicado en un contexto diferente al actual y servir como guía para el diseño de otros modelos para la instrucción en línea de temas distintos de química orgánica en bachillerato. *a*

ANEXO 1

SECUENCIA DIDÁCTICA DISEÑADA BAJO EL MODELO TPACK

A continuación, se muestra una secuencia didáctica simplificada diseñada bajo los elementos del modelo TPACK.

Tema: Nomenclatura de alcanos.

Aprendizajes esperados indicados en el programa de asignatura Química II, del módulo II del que forma parte el tema de la secuencia

- Clasifica los hidrocarburos a través de su fórmula, propiedades físicas y químicas y nomenclatura (conceptual).
- Construye las fórmulas semidesarrolladas de distintos hidrocarburos a partir de su nombre y viceversa (procedimental).
- Muestra interés y compromiso en el trabajo en equipo. Valora el papel de la tecnología como una herramienta de apoyo en su aprendizaje (actitudinal).

SECUENCIA DIDÁCTICA TPACK PARA EL TEMA DE NOMENCLATURA DE ALCANOS
ELEMENTOS CK, PK Y TK DEL MODELO TPACK EN LA SECUENCIA

CK	<p>Nombres sistemáticos IUPAC de alcanos de cadena abierta lineales y ramificados</p> <p>Nombre sistemático IUPAC de alcanos de cadena cerrada (cíclicos) sin ramificaciones y sin ramificaciones</p> <p>Conceptos de fórmula general de alcanos</p> <p>Nombres sistemáticos IUPAC de grupos alquilo o ramificaciones</p>														
PK	<p>Docente:</p> <p>Indicar, dar seguimiento y verificar que se cumplan los objetivos de aprendizaje</p> <p>Solicitar, revisar, evaluar y retroalimentar cada actividad</p> <p>Orientar, supervisar, apoyar y hacer sugerencias a los estudiantes en cada etapa de las actividades</p> <p>Integrar y supervisar los equipos cooperativos</p> <p>Verificar y dar seguimiento a las actividades propias del aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido</p> <p>Estudiante:</p> <p>Revisar previamente el material didáctico diseñado por el docente (videos y actividad previa)</p> <p>Investigar, organizar la información y elaborar un mapa conceptual de nomenclatura de alcanos</p> <p>Realizar las series de ejercicios: Nombre IUPAC de alcanos simples a través de rompecabezas</p> <p>Resolver, revisar y corregir cooperativamente las pruebas objetivas</p> <p>Participar en la actividad, brindar preguntas y recibir respuestas para contrastar la información</p> <p>Elaborar informe escrito cooperativo y cuadro PNI</p> <p>Participar en las actividades propias del aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido</p>														
TK	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Hardware</td> <td>Computadora, tableta y teléfono inteligente</td> </tr> <tr> <td>LMS (sistema para gestión de aprendizaje)</td> <td>Teams</td> </tr> <tr> <td>Gestión de proyectos (equipo cooperativo)</td> <td>Trello</td> </tr> <tr> <td>Comunicación</td> <td>Messenger, WhatsApp y Microsoft Teams</td> </tr> <tr> <td>Bases de datos</td> <td>Google Scholar, Redalyc, SciELO</td> </tr> <tr> <td>Plataformas y apps</td> <td>Para Química: KingDraw Chemical, MarvinSketch y ChemSketch</td> </tr> <tr> <td>Software</td> <td>Generales: Powtoon, genially, YouTube, Google Docs, Cmap Tools y miMind</td> </tr> </table>	Hardware	Computadora, tableta y teléfono inteligente	LMS (sistema para gestión de aprendizaje)	Teams	Gestión de proyectos (equipo cooperativo)	Trello	Comunicación	Messenger, WhatsApp y Microsoft Teams	Bases de datos	Google Scholar, Redalyc, SciELO	Plataformas y apps	Para Química: KingDraw Chemical, MarvinSketch y ChemSketch	Software	Generales: Powtoon, genially, YouTube, Google Docs, Cmap Tools y miMind
Hardware	Computadora, tableta y teléfono inteligente														
LMS (sistema para gestión de aprendizaje)	Teams														
Gestión de proyectos (equipo cooperativo)	Trello														
Comunicación	Messenger, WhatsApp y Microsoft Teams														
Bases de datos	Google Scholar, Redalyc, SciELO														
Plataformas y apps	Para Química: KingDraw Chemical, MarvinSketch y ChemSketch														
Software	Generales: Powtoon, genially, YouTube, Google Docs, Cmap Tools y miMind														

APRENDIZAJE COOPERATIVO				ELEMENTO DEL MODELO TPACK (TCK, TPK, PCK) QUE MÁS SE ASOCIA A LA ACTIVIDAD*
Fases	Momento	Actividades del docente	AI	
Inducción		Solicita: 1. Realización de la actividad: Origen de los nombres. 2. Revisión del material didáctico del tema: Nombre sistemático IUPAC de alcanos (vídeo) 3. Investigación y realización de mapa conceptual de: Nombres sistemáticos IUPAC de alcanos	Antes de clase: Revisa el material didáctico: Video de nombre sistemático IUPAC de alcanos Investiga en Google Scholar, Redalyc o Scielo: Nombres sistemáticos IUPAC de alcanos Organiza la información y elabora un mapa conceptual en miMind o Cmap Tools	PCK
	Activación			Realiza la actividad: Origen de los nombres TCK PCK TPK
Desarrollo	Orientación de la atención	Indica los objetivos de la clase. Proporciona instrucción a través de Mini-lección: Origen de los nombres		Realiza la actividad: Origen de los nombres PCK
	Interacción personal	Integra equipos cooperativos de tres miembros y solicita realización de actividades: 1. Integración de: mapa conceptual de nombres sistemáticos de alcanos (lineales, ramificados y cíclicos) 2. Serie de ejercicios: nombre IUPAC de alcanos simples a través de la estrategia rompecabezas	Durante clase: Contesta la serie de ejercicios: Nombre IUPAC de alcanos simples (Rompecabezas) usando Reunión en Teams, Trello y Forms de Teams Elabora informe escrito cooperativo de Nomenclatura IUPAC de alcanos en Trello Elabora un cuadro PNI del tema Nomenclatura IUPAC de alcanos en Trello	Integra un mapa conceptual de los nombres sistemáticos de alcanos (lineales, ramificados y cíclicos) en miMind TCK PCK
	Procesamiento de la información	Expone el tema: nomenclatura IUPAC de alcanos, a través de la clase sincrónica en Teams; solicita elaboración de notas y resolución de prueba objetiva: Fórmula estructural-nombre de alcanos I		Elabora notas, resuelve la prueba objetiva: Fórmula estructural-nombre de alcanos I en Forms de Teams TCK, PCK

APRENDIZAJE COOPERATIVO				ELEMENTO DEL MODELO TPACK (TCK, TPK, PCK) QUE MÁS SE ASOCIA A LA ACTIVIDAD*
FASES	MOMENTO	ACTIVIDADES DEL DOCENTE	AI	
Desarrollo	Recapitulación	Repasa el tema brindando preguntas y recibiendo respuestas, con la información de Origen de los nombres y Nomenclatura IUPAC de alcanos	Durante clase	Participa en la actividad: brindar preguntas recibir y respuestas, en la que contrasta información de Origen de los nombres y Nomenclatura IUPAC de alcanos a través de Teams
	Evaluación	Evalúa a través de una prueba objetiva: Fórmula estructural-nombre alcanos II		
Cierre	SSMT Solicita la elaboración de informe escrito del tema: Nomenclatura IUPAC de alcanos	Retroalimenta resolviendo los ejercicios de la prueba objetiva: Fórmula estructural-Nombre II		Elabora informe escrito cooperativo de Nomenclatura IUPAC de alcanos en Trello Elabora un cuadro PNI del tema Nomenclatura IUPAC de alcanos en Trello
		Después de clase		
				PCK TCK

AI = Aprendizaje invertido

IUPAC = International Union of Pure and Applied Chemistry

Nota: los equipos cooperativos estuvieron formados por tres integrantes durante cada sesión de clase.

* Se aclara que para diseñar cada actividad de la secuencia se contemplaron todos los componentes del modelo TPACK, sin embargo consideramos que los que se muestra en esta columna son los que tienen mayor implicación.

Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS

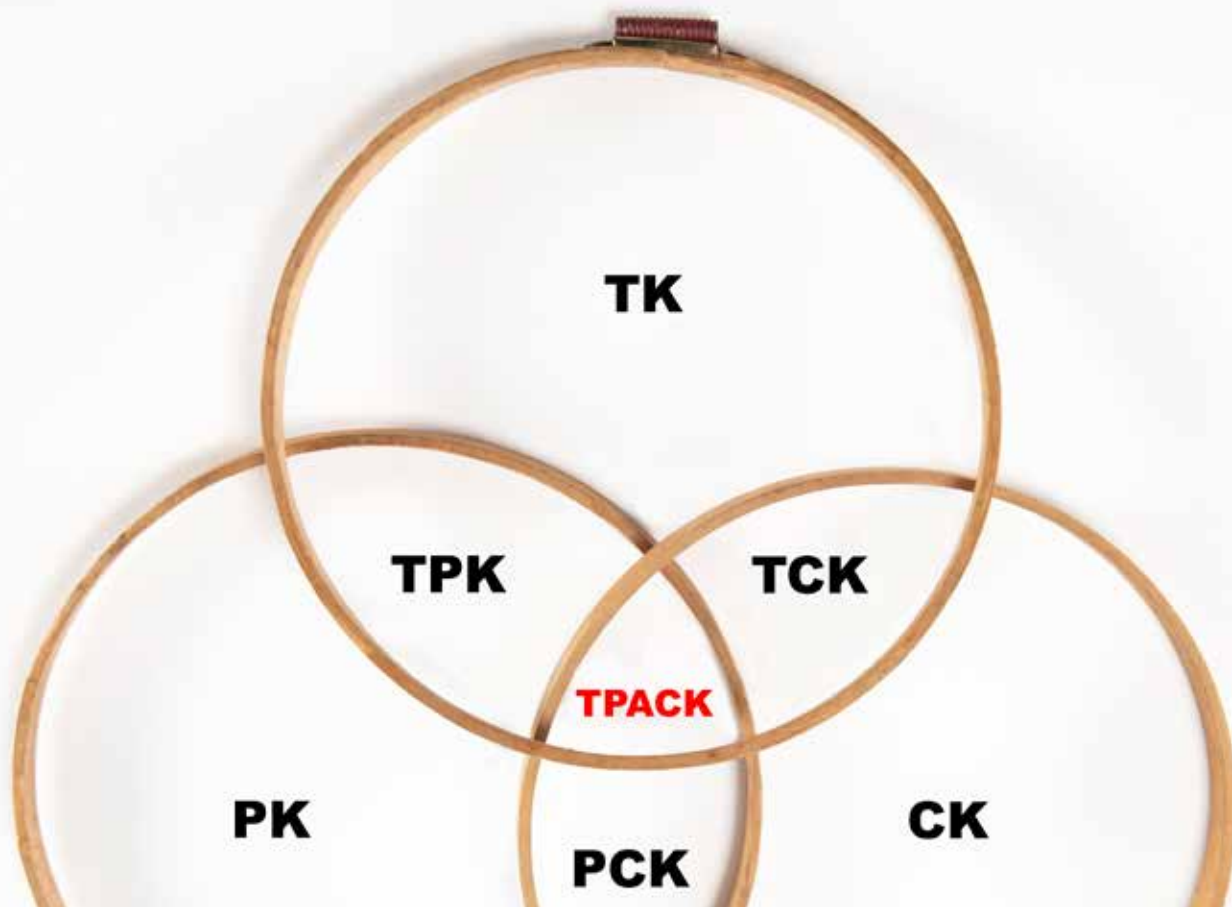
- Adebusuyi, O.; Bamidele, E. & Adebusuyi, A. (2020). Effects of in service Chemistry Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge on Students' Scientific Attitude and Literacy in Southwestern Nigerian Secondary Schools. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*, 1(2), pp. 1-7. <https://doi.org/10.30935/ejimed/9306>
- Arora, B. & Arora, N. (2021). Web Enhanced Flipped Learning: A Case Study. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 47(1), pp. 1-18. <https://doi.org/10.21432/cjlt27905>
- Awang, N.; Salleh, S. & Shahrill, M. (2020). Students' conceptions of learning using animations. *Indonesian Journal of Science Education*, 8(2), pp. 319-334. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i2.16370>
- Bao, W. (2020). Covid-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University. *Hum Behav & Emerg Tech*, 2, pp. 113-115. <https://doi.org/10.1002/hbe2.191>
- Baracaldo, D. (2019). Technology integration for the professional development of English Teachers. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, pp. 157-168. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10545>
- Basogain-Urrutia, J. (2021). Evaluación en línea: herramientas, limitaciones y alternativas en un contexto de pandemia. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 10(2), pp. 30-41. <https://doi.org/10.37843/rtd.v10i2.243>
- Becerra, E.; Quintana, K. y Reyes, E. (2020). Aula invertida en tiempos emergentes covid 19. *Retos de la Ciencia*, 4(9), pp. 24-36. <https://bit.ly/3kwTuS3>
- Benítez, P.; Domeniconi, C. & Bondioli, R. M. (2019). Experimental design in Behavior: discussion on its use in inclusive Analysis educational interventions. *Psicología USP*, 30, pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6564e190003>
- Bento, J.; Sommer, S. & Rocha, L. (2021). Integration of technology in education: proposal for a teacher training model inspired by TPACK. *Educação em Revista*, 37, pp. 1-23. <https://doi.org/10.1590/0102-4698232757>
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom*. Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education: USA.
- Bingimlas, K. (2018). Investigating the level of teachers' Knowledge in Technology, Pedagogy, and Content (TPACK) in Saudi Arabia. *South African Journal of Education*, 38(3), pp. 1-12. <https://doi.org/10.15700/saje.v38n3a1496>
- Bizberge, A. y Segura, M. S. (2020). Los derechos digitales durante la pandemia covid-19 en Argentina, Brasil y México. *Revista de Comunicación*, 19(2), pp. 61-85. <https://doi.org/10.26441/RC19.2-2020-A4>
- Bohloko, M.; Makatjane, T.; George, M. y Mokuku, T. (2019): Assessing the Effectiveness of using YouTube Videos in Teaching the Chemistry of Group I and VII Elements in a High School in Lesotho. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 23(19), pp 75-85. <https://doi.org/10.1080/18117295.2019.1593610>
- Bozkurt, A. & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), pp. I-VI. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083>
- Brookhart, S. (2009). Editorial. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(1), pp. 1-2. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2009.01131.x>
- CEPAL. (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del covid-19. <https://bit.ly/2UxzhBa>
- CEPAL-UNESCO. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de covid-19. <https://bit.ly/3gkM1T1>
- Deutsch, M. (1962). Cooperation and Trust: Some Theoretical Notes, in Nebraska Symposium on Motivation, pp. 275-319. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Díaz-Barriga, Á. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(3), pp. 11-33. <https://bit.ly/35PsU1i>
- Digión, L. B. y Álvarez, M. M. (2021). Experiencia de enseñanza-aprendizaje con aula virtual en el acompañamiento pedagógico debido al covid-19. *Apertura*, 13(1), pp. 20-35. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1957>
- Drozdikova-Zaripova, A. R. & Sabirova, E. G. (2020). Usage of Digital Educational Resources in Teaching Students with Application of "Flipped Classroom" Technology. *Contemporary Educational Technology*, 12(2), pp. 1-13. <https://doi.org/10.30935/cedtech/8582>

- Eichler, J. & Peeples, J. (2016). Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: a low barrier approach to increase active learning and improve student grades. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, pp. 197-208. <https://doi.org/10.1039/c5rp00159e>
- Elkhatat, A.M. y Al-Muhtaseb, S. A. (2021). Hybrid online-flipped learning pedagogy for teaching laboratory courses to mitigate the pandemic Covid-19 confinement and enable effective sustainable delivery: investigation of attaining course learning outcome. *SN Soc Sci*, 1(113), pp. 1-16. <https://doi.org/10.1007/s43545-021-00117-6>
- Ferreiro, R. y Espino, M. C. (2009). *El ABC del aprendizaje cooperativo*. México: Trillas.
- Filippi, J.; Lafuente, G.; Ballesteros, C. y Bertone, R. (2021). Evaluación de los aprendizajes en período de pandemia. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 28, pp. 396-402. <https://doi.org/10.24215/18509959.28.e49>
- Fitriani, O.; Susilawati, S. & Linda, R. (2020). Development of Interactive Learning Media using Autoplay Studio 8 for Hydrocarbon Material of Class XI Senior High School. *Journal of Educational Sciences*, 4(2), pp. 296-308. <https://doi.org/10.31258/jes.4.2.p.296-308>
- Flipped Learning Network. (2014). *Flip Learning*. What is Flipped Learning? <https://flippedlearning.org/definition-of-flipped-learning/>
- Flynn, A.; Caron, J.; Laroche, J.; Daviau-Duguay, M.; Marcoux, C. & Richard, G. (2014). A Free, Student-Driven Organic Chemistry Nomenclature Learning Tool. *Journal of Chemical Education*, 91(11), pp. 1855-1859. <https://doi.org/10.1021/ed500353a>
- Fonseca, P. y Mancheno, M. (2021). E-learning un efecto inesperado del covid 19. *Polo del Conocimiento*, 6(4), pp. 970-994. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v6i4.2621>
- Galarza-Salazar, F. (2021). Evaluación formativa: revisión sistemática, conceptos, autorregulación y educación en línea. *Maestro y Sociedad*, 18(2), pp. 707-720. <https://bit.ly/3hNQjnf>
- Gámiz, V. (2017). ICT-Based Active Methodologies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, pp. 606-612. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.018>
- García, L. (2021). ¿Podemos fiarnos de la evaluación en los sistemas de educación a distancia y digitales? *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), pp. 9-29. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.30223>
- García-Peñalvo, F. J.; Corell, A.; Abella-García, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 26. <https://doi.org/10.14201/eks.23086>
- Gelles, L.; Lord, S.; Hoople, G.; Chen, D. y Mejia, J. (2020). Compassionate Flexibility and Self-Discipline: Student Adaptation to Emergency Remote Teaching in an Integrated Engineering Energy Course during Covid-19. *Education Sciences*, 10(11), pp. 1-23. <https://doi.org/10.3390/educsci10110304>
- Giordano, A. & Christopher, C. (2020). Repurposing Best Teaching Practices for Remote Learning Environments: Chemistry in the News and Oral Examinations During Covid-19. *Journal of Chemical Education*, 97(9), pp. 2815-2818. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00753>
- González, M. y Abad, E. (2020). El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 20(11), pp. 75-91. <https://bit.ly/3g6fQ9f>
- Hassan, L. & Salihu, M. (2020). Application of Innovative Methods to Enhance the Teaching and Learning of Chemistry. *Sokoto Educational Review*, 19(1), pp. 108-122. <https://doi.org/10.35386/ser.v19i1.208>
- Hernández, C.; Prada, R. y Gamboa, A. (2020). Formación inicial de maestros: escenarios activos desde una perspectiva del aula invertida. *Formación universitaria*, 13(5), pp. 213-222. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500213>
- Hwang, G. J.; Lai, C. L. & Wang, S. Y. (2015). Seamless flipped learning: A mobile technology enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education*, 2(4), pp. 449-473. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0043-0>
- INEGI. (2020). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. <https://bit.ly/38aPTSC>
- Ivone, F. M.; Jacobs, G. M. & Renandya, W. A. (2020). Far apart, yet close together: Cooperative learning in online education. *Studies in English Language and Education*, 7(2), pp. 271-289. <https://doi.org/10.24815/siele.v7i2.17285>
- Jimola, F. E. & Ofodu, G. O. (2021). Sustaining Learning during Covid-19 Seismic Shift: The Need to Develop Flexible Pedagogy.

- Interdisciplinary Journal of Education Research*, 3(1), pp. 14-26. <https://doi.org/10.51986/ijer-2021.vol3.01.02>
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2005). New developments in social interdependence theory. *Psychological Monographs*, 131(4), pp. 285-358. <https://doi.org/10.3200/MONO.131.4.285-358>
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. *Anales de Psicología*, 30(3), pp. 841-851. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>
- Johnson, D. W.; Johnson, R. T. y Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. México: Paidós.
- Johnson, D. W.; Johnson, R. T. & Smith, K. A. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3-4), pp. 85-118. <https://bit.ly/36B5zRr>
- Kazdin, A. E. (2009). *Modificación de la conducta y sus aplicaciones prácticas*. México: Manual Moderno.
- Koehler, M. (2012). What is TPACK? US: TPACK.org. <http://www.tpack.org/>
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), pp. 60-70. <https://bit.ly/3n9wYjV>
- Koehler, M. J.; Mishra, P. y Cain, W. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6(10), pp. 9-23. <https://bit.ly/33smtNH>
- Kurniawan, P. W. & Sumargono, S. (2021). Development of History Learning Media Based on TPACK Assisted by Ms. PowerPoint Integrated with Ispring Suite. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 8(4), pp. 248-259. <http://dx.doi.org/10.18415/ijmmu.v8i4.2456>
- Leenknecht, M.; Wijnia, L.; Köhlen, M.; Fryer, L.; Rikers, R. & Loyens, S. (2021). Formative Assessment as Practice: The Role of Students' Motivation. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(2), pp. 236-255. <https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1765228>
- Mendoza, B.; Morales, T.; Serrano, C. y Serrano, J. M. (2019). Los jóvenes ¿son ciudadanos digitales?: estudio descriptivo en estudiantes de bachillerato. *Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 8(15), pp. 86-100. <https://revistapsicologia.uaemex.mx/article/view/13417>
- Meroño, L.; Calderón, A. y Arias-Estero, J. (2021). Pedagogía digital y aprendizaje cooperativo: efecto sobre los conocimientos tecnológicos y pedagógicos del contenido y el rendimiento académico en formación inicial docente. *Revista de Psicodidáctica*, 26(1), pp. 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2020.10.002>
- Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), pp. 76-78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Nguyen, H. U. N. & Duong, L. N. T. (2021). The Challenges of E-learning Through Microsoft Teams for EFL Students at Van Lang University in COVID-19. *Asia CALL Online Journal*, 12(4), pp. 18-29. <https://bit.ly/3nEqOsa>
- Oliveira, G.; Teixeira, J.; Torres, A. & Morais, C. (2021). An exploratory study on the emergency remote education experience of higher education students and teachers during the Covid-19 pandemic. *British Journal of Education Technology*, 52(4), pp. 1357-1376. <https://doi.org/10.1111/bjet.13112>
- Olugbade, D. & Olurinola, O. (2021). Teachers' Perception of the Use of Microsoft Teams for Remote Learning in Southwestern Nigerian Schools. *African Journal of Teacher Education*, 10(1), pp. 265-281. <https://doi.org/10.21083/ajote.v10i1.6645>
- Pal, D. & Vanijja, V. (2020). Perceived Usability Evaluation of Microsoft Teams as an Online Learning Platform During Covid-19 using System Usability Scale and Technology Acceptance Model in India. *Children and Youth Services Review*, 119, 105535. <https://doi.org/10.1016/j.child-youth.2020.105535>
- Pérez-Rivero, M.; Obaya, A.; Giamatteo, L.; Montaña-Osorio, C. & Vargas-Rodríguez, Y. (2019). Didactic Strategy for Learning and Teaching of Functional Groups in High School Chemistry. *Science Education International*, 30(2), pp. 85-91. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i2.1>
- Perrenoud, P. (2001). Évaluation formative et évaluation certificative, des postures définitivement contradictoires? *Formation Professionnelle Suisse*, 4, pp. 25-28. <https://bit.ly/3tb00pj>
- Pongkendek, J.; Marpaung, D. & Parlindungan, J. (2021). The use of ChemSketch to increase student learning outcomes and motivation in learning hydrocarbons. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 6(1), pp. 9-18. <https://bit.ly/3tPrJac>

- Prieto, A.; Barbarroja, J.; Álvarez, S. y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (*flipped classroom*) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación*, 391, pp. 149-177. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Qiang, J. (2018). Effects of Digital Flipped Classroom Teaching Method Integrated Cooperative Learning Model on Learning Motivation and Outcome. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), pp. 2213-2220. <https://doi.org/10.29333/ejms-te/86130>
- Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Transformación digital e innovación educativa en Latinoamérica en el marco del Covid-19. *Campus Virtuales*, 9(2), pp. 123-139. <https://bit.ly/2Xs27UA>
- Rap, S. et al. (2020). An Applied Research-Based Approach to Support Chemistry Teachers during the Covid-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), pp. 3278-3284. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00687>
- Reyes, R. y Quiróz, J. (2020). De lo presencial a lo virtual, un modelo para el uso de la formación en línea en tiempos de covid-19. *Educación en Revista*, Curitiba, 36, pp. 1-20. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.76140>
- Reyes, Y.; Villafuerte, J. y Zambrano, D. (2020). Aula invertida en la educación básica rural. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaE)*, 8(1), pp. 115-133. <https://bit.ly/3fMHGZw>
- Rodríguez, L.; Zamora, M.; Rodríguez, J.; Paredes, W.; Altamirano, J. & Cruz, M. (2020). Teaching Challenges in Covid-19 Scenery: Teams Platform-Based Student Satisfaction Approach. *Sustainability*, 12(18), 7514. <https://doi.org/10.3390/su12187514>
- Roig, R.; Mengual, S. y Quinto, P. (2015). Conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares del profesorado de primaria. *Comunicar*, 45, pp. 151-159. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-16>
- Rosenberg, J. & Koehler, M. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), pp. 186-210. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>
- Salas, R.; Gamboa, F.; Salas, É. y Salas, R. (2020). Diseño de una aplicación web para el proceso educativo sobre el uso del logaritmo en el campo de las matemáticas financieras. *Texto Livre: Linguagem E Tecnologia*, 13(1), pp. 65-81. <https://doi.org/10.17851/1983-3652.13.1.65-81>
- Santos, J. & Castro, R. (2021). Technological Pedagogical content knowledge (TPACK) in action: Application of learning in the classroom by pre-service teachers (PST). *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1), pp. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100110>
- Slavin, R. (1996). Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), pp. 43-69. <https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0004>
- Slavin, R. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? *Anales de Psicología*, 30(3), pp. 785-791. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Sointu, E.; Valtonen, T.; Hirsto, L.; Kankaanpää, J.; Saarelainen, M.; Mäkitalo, K.; Smits, A. & Manninen, J. (2019). Teachers as users of ICT from the student perspective in higher education flipped classroom classes. *Seminar.net*, 15(1), pp. 1-15. <https://bit.ly/3BN2fNC>
- Soler, B.; Villacañas de Castro, L. & Pich, E. (2013). Creating and Implementing a Didactic Sequence as an Educational Strategy for Foreign Language Teaching. *Íkala, Revista de Lenguaje y Cultura*, 18(3), pp. 31-43. <https://bit.ly/358YGqc>
- Stenhoff, D.; Pennington, R. & Tapp, M. (2020). Distance Education Support for Students with Autism Spectrum Disorder and Complex Needs During Covid-19 and School Closures. *Rural Special Education Quarterly*, 39(4), pp. 211-219. <https://doi.org/10.1177/8756870520959658>
- Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15, pp. 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Tanak, A. (2020). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41(1), pp. 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.012>
- UNESCO. (2021). Garantizar un aprendizaje a distancia efectivo durante la disrupción causada por la covid-19. <https://bit.ly/3z6FenR>
- UNESCO-IESALC. (2021). ¿Cerrar ahora para reabrir mejor mañana? La continuidad pedagógica en las universidades de América Latina durante la pandemia. <https://bit.ly/3y100SO>

- Vollbrecht, P.; Porter-Stransky, K. & Lackey-Cornelison, W. (2020). Lessons learned while creating an effective emergency remote learning environment for students during the Covid-19 pandemic. *Advances in Physiology Education*, 44(4), pp. 722-725. <https://doi.org/10.1152/advan.00140.2020>
- White, S.; Dubrovskiy, A. & Peters, M. (2020). Increasing chemistry students' knowledge, confidence, and conceptual understanding of pH using a collaborative computer pH simulation. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, pp. 528-535. <https://doi.org/10.1039/c9rp00235a>
- Yates, A.; Starkey, L.; Egerton, B. & Flueggen, F. (2021). High school students' experience of online learning during Covid-19: the influence of technology and pedagogy. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), pp. 59-73. <https://doi.org/10.1080/1475939x.2020.1854337>
- Zabala, A. (2000). *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Graó.
- Zhang, W. & Tang, J. H. (2021). Teachers' TPACK Development: A Review of Literature. *Open Journal of Social Sciences*, 9, pp. 367-380. <https://doi.org/10.4236/jss.2021.97027>



Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Becerril Morales, Fernando y Mendoza González, Brenda. (2022). TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato. *Apertura*, 14(1), pp. 26-51. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2147>