

## **EL MODELO TPACK EN LA ENSEÑANZA DE ESTEQUIOMETRÍA QUÍMICA**

### **THE TPACK MODEL IN THE TEACHING OF CHEMICAL STOICHIOMETRY**

---

**Recibido:** 18/07/2024 - **Aceptado:** 15/01/2025

---

#### **Fraklin Ernesto López Cevallos**

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Posgrado

Magíster en Educación, Tecnología e Innovación  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

[franklin.lopez@upec.edu.ec](mailto:franklin.lopez@upec.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3709-2802>

---

#### **Fabián Laureano Tulcán Benavides**

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Posgrado

Magíster en Educación, Tecnología e Innovación  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

[fabian.tulcan@upec.edu.ec](mailto:fabian.tulcan@upec.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-7108-5553>

---

#### **Samuel Lascano Rivera**

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Posgrado

Magíster en Ingeniería de Software  
Universidad Técnica del Norte

samuel.lascano@upec.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-5967-6441>

---

López, F., Tulcán, F., & Lascano, S. (febrero, 2025). El modelo TPACK en la enseñanza de estequiometría Química. *Sathiri*, 9 – 18 <https://doi.org/10.32645/13906925.1349>



## Resumen

La educación contemporánea integra las tecnologías de la información y comunicación en el proceso pedagógico, una alternativa para integrar estos aspectos es el modelo de Conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido. El presente estudio tuvo como objetivo proponer el uso de TPACK en la enseñanza de la estequiometría Química a estudiantes de segundo año de Bachillerato en la Unidad Educativa Tulcán. Se abordó el modelo TPACK, sus componentes y los parámetros involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. Se utilizó un diseño cuasi experimental con un enfoque cualitativo, de tipo exploratorio, correlacional y transversal. Se contó con un grupo experimental de 28 estudiantes y un grupo de control de 24. Se aplicó un pretest y un posttest, para analizar las diferencias estadísticamente significativas al emplear el modelo en la enseñanza. Se empleó instrumentos validados a nivel cuantitativo mediante el coeficiente Alfa de Cronbach y a nivel cualitativo con la opinión de expertos en educación y tecnología. Los resultados evidenciaron que el uso del modelo TPACK llevó a mejoras en el rendimiento de los educandos, con un valor de significancia bilateral, inferior al nivel de significancia de 0,05 ( $\alpha$ ). Se generó una propuesta basada en el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza de la estequiometría Química. Se sugiere la posibilidad de replicar este enfoque en un mayor número de temáticas de Química u otras asignaturas en el futuro.

**Palabras clave:** Modelo TPACK, TIC, Enseñanza, Aprendizaje, Zona de Desarrollo Próximo, Estequiometría.

## Abstract

Contemporary education integrates information and communication technologies in the pedagogical process; an alternative to integrate these aspects is the technological, pedagogical and content knowledge model. The objective of this study was to propose the use of TPACK in teaching Chemical stoichiometry to second-year high school students at the Tulcán Educational Unit. The TPACK model, its components and the parameters involved in the teaching-learning process of Chemistry were addressed. A quasi-experimental design was used with a quantitative, exploratory, correlational and transversal approach. There was an experimental group of 28 students and a control group of 24. A pretest and a posttest were applied to analyze the statistically significant differences when using the model in teaching. Validated instruments were used at a quantitative level using Cronbach's Alpha coefficient and at a qualitative level with the opinion of experts in education and technology. The results showed that the use of the TPACK model led to improvements in student performance, with a bilateral significance, lower than the significance level of 0.05 ( $\alpha$ ). A proposal was generated based on the use of technological tools for teaching Chemical stoichiometry. The possibility of replicating this approach in a greater number of Chemistry topics or other subjects in the future is suggested.

**Keywords:** *TPACK Model, Teaching, Learning, Zone of Proximal Development, Stoichiometry.*

## Introducción

La enseñanza de Química de forma tradicional es decir por medio de clases magistrales ha conllevado a que los estudiantes pierdan el interés en su aprendizaje, como lo señala Coro (2022) el “63% de estudiantes creen que la materia de Química es muy compleja” y el 49% de estudiantes consideran que la falta de estrategias pedagógicas disminuye su nivel académico.

En la mayor parte de América Latina el profesor ingresa al aula, imparte sus conocimientos en la pizarra y luego comparte ejercicios, esperando que sea resueltos por el estudiante, cuando se ha demostrado que lo imperativo es un debate constante entre el docente y profesor, como fuera la escuela socrática, de forma que se generen pensadores con la capacidad de sustentar problemáticas de la vida real y no sólo dentro del aula, pasando del modelo educativo tradicional al nuevo o incluso al contemporáneo en donde se busca el aprendizaje del alumno auxiliado por el docente y mediado por la tecnología bien manejada (De La Luz y Granillo, 2021).

Un punto para considerar es que hoy se enseña a una generación denominada “nativos digitales”, puesto que han crecido inmersos en nuevas tecnologías, conviviendo en todo momento con teléfonos inteligentes, videojuegos, el internet y sus herramientas. Se caracterizan por el hecho de manejar con fluidez distintos aplicativos de audio, video, edición de fotografía, presentaciones multimedia entre otros. Son personas que realizan varias actividades al mismo tiempo y gustan del juego ante el trabajo serio; su psicología se ha desarrollado sobre el entorno tecnológico (Romero *et al.*, 2022).

En gran parte la educación contemporánea emplea el Enfoque Constructivista que es una interacción en donde docente junto a estudiante llegan a un producto final a través del diálogo y discusión. El modelo se basa en que los individuos construyen su propia comprensión del mundo en base a la información que acumula y cómo la relaciona con su experiencia previa, enlazada directamente con el contexto social que le rodea, conllevando un efecto en su aprendizaje. Se desarrolló tomando como base la teoría cognitivista y social de referentes como Piaget, Vygotsky, Bruner, Bandura, entre otros (Lema, 2021).

Una idea errónea de este enfoque es la de considerar que se debe permitir el aprendizaje de los estudiantes a su propio ritmo, sin que el docente se involucre en el proceso y solo facilite material para que el educando establezca conclusiones, es decir construya su conocimiento solo; situación que dista del verdadero planteamiento que busca un intercambio de criterios docente-estudiante a fin de llegar a una revisión de los contenidos y lograr un aprendizaje significativo (Ortiz, 2015).

La tecnología es una herramienta que mejora la calidad educativa y optimiza el aprendizaje, situación que no es ajena para la enseñanza de Química y así también lo visualiza el Ministerio de Educación a través de “La Agenda Educativa Digital 2021-2025” con sus lineamientos como son el dotar de conectividad a todas las instituciones de educación pública del país, elaborar prácticas pedagógicas innovadoras con uso de tecnología, desarrollar competencias digitales en los docentes, compartir con la sociedad los avances y logros obtenidos, construir una infraestructura de innovación en educación digital y proteger la producción intelectual digital que se convierte en una oportunidad de mejora para la Unidad Educativa Tulcán, institución educativa en donde se ejecutó la presente investigación (Ministerio de Educación y Cultura, 2021).

La pandemia causada por la COVID-19, llevó a que se acelere el uso de tecnología educativa; docentes además de estudiantes se adaptaron al aprendizaje virtual y sus beneficios como son el uso de aplicativos o plataformas virtuales. Al retornar a la presencialidad se ha tratado de no dejar de lado el uso de TIC, pero en la educación pública a nivel regional persisten dos desafíos importantes por cubrir con relación a implementar tecnológica a nivel educativo tal como ya lo señalaran Lugo y Brito (2015). Específicamente el tema de conectividad y el acompañamiento a los

procesos de cambio en las instituciones educativas, que guardan relación directa en la mejora de los aprendizajes de niños, niñas y jóvenes.

Al pretender enseñar con el empleo de tecnología, surgen distintas alternativas, entre ellas el modelo TPACK, desarrollado en base al trabajo llevado a cabo por Shulman, en donde buscaba describir la relación entre la tecnología educativa y la interacción de pedagogía, conocimiento, tecnología (PCK). El modelo puede considerarse como una herramienta que facilita al docente el desarrollo de actividades a través del empleo de TIC, determinando el mejor momento para emplearlas, además de poseer un conocimiento pedagógico de cómo enseñar de manera eficaz y desde luego dominar la disciplina a impartir (Cabero *et al.*, 2015).

Así el integrar el modelo TPACK (conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido por sus siglas en inglés) en la enseñanza de la Química es factible, pues se reúnen elementos como recursos, evaluación y metodología, beneficiando en primer lugar a los estudiantes con mayor capacidad de reflexión ante los nuevos conocimientos, gusto y predisposición por aprender. En segundo lugar, a los docentes en el desarrollo de sus competencias digitales, quienes además ya han asumido la importancia de la enseñanza junto a la tecnología y finalmente a la unidad educativa con una mejora en la calidad pedagógica.

Se debe comprender que los contextos de aprendizaje son variados, refiriéndose a las condiciones socioeconómicas de las instituciones educativas o a las políticas de accesibilidad a páginas web, ello conduce a que el docente emplee estrategias oportunas para cada tipo de entorno siendo flexible y pragmático, pues el éxito del modelo en sistemas educativos europeos y norteamericanos, ha planteado el comprobar si es aplicable en sistemas latinoamericanos. Lo antes descrito hace que se pueda simplificar soluciones o fracasos al emplear TPACK en la enseñanza, mas, se ha de notar que el enseñar con tecnología no es sencillo pues como ya se describió, la disciplina, pedagogía, tecnología y los contextos de enseñanza-aprendizaje tienen roles individuales e interrelacionados (Koehler *et al.*, 2015).

El desarrollo de esta investigación se justifica ya que como se ha descrito no solo mejora la calidad educativa y facilita un aprendizaje inclusivo y accesible, sino que también prepara a los educandos para hacer frente a los retos del mercado laboral moderno, contribuyendo directamente a la consecución de los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 Y 8, pues fomenta la educación de calidad y el crecimiento económico sostenible. Razones por las que se evaluó los beneficios sobre el rendimiento académico al integrar un modelo TPACK en la enseñanza de Química en los estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Tulcán.

## Materiales y métodos

Se desarrolló un trabajo bajo enfoque cuantitativo empleando pruebas estructuradas para tomar información sobre el nivel de conocimientos de los educandos, antes y después de la aplicación del modelo TPACK, evaluando su modificación a través del software estadístico SPSS.

**Tipo de investigación.**—Se trata de una investigación de tipo exploratoria, ya que se estudió un tema poco analizado en el medio. Se alinea también a un trabajo de tipo documental, al haber recurrido a fuentes bibliográficas de información como son tesis, artículos científicos para consolidar el marco teórico.

Es también un trabajo de campo, al haberse desarrollado en una situación realista. Se trata de una investigación correlacional ya que relaciona la variable independiente que es el uso del modelo TPACK y la variable dependiente que corresponde a la enseñanza de la Química. Finalmente es un trabajo de tipo transversal por se ejecutó un pre y post test, a fin de establecer los efectos del modelo TPACK en la enseñanza de la Química (Hernández *et al.*, 2014).

**Sitio experimental.**—La investigación se desarrolló en la Unidad Educativa Tulcán, de la ciudad de Tulcán provincia del Carchi. Se contó con una población de 52 estudiantes, divididos en un grupo control de 24 estudiantes y un experimental de 28 alumnos. Se empleó toda la población disponible porque el número es menor a 300 individuos, lo que conlleva a no tener representatividad del grupo.

**Procedimiento experimental.** – Se evaluó la conformidad con el modelo TPACK y el nivel de aprendizaje de los estudiantes de segundo año de bachillerato de la unidad educativa Tulcán, en la introducción al tema de estequiometría de la materia de Química.

**Mediciones experimentales.** – Se empleó un grupo de cincuenta y dos estudiantes divididos en un grupo control de veinticuatro estudiantes y un experimental de veintiocho alumnos.

Se desarrolló una preprueba a fin de conocer la situación inicial de conocimientos de los estudiantes y luego de la aplicación del TPACK (solo en el grupo experimental) se ejecutó una post prueba para analizar los cambios de rendimiento académico en la población, notando que cada test empleó su respectivo cuestionario.

Cada instrumento contó con la respectiva verificación de validez. Para esto, en el caso del test y encuesta se recurrió a expertos con cuarto nivel de formación en el área de la Educación y Tecnología, quienes brindaron su contingente y respectiva aprobación del instrumento. Además, para la encuesta se realizó una validación cuantitativa empleando Alfa de Cronbach (0,862).

El principal recurso didáctico empleado fue eligió la plataforma de la web 2.0 “Mil Aulas” basada en Moodle, en donde se compartió contenido académico, tareas y se utilizaron herramientas web adicionales como EducaPlay y Kahoot.

**Análisis estadístico.**—Se aplicó una encuesta al grupo experimental, a fin de conocer las opiniones de los estudiantes sobre la enseñanza de Química usando el modelo TPACK. Para el análisis de los datos recogidos se usó el software (SPSS) que permitió comparar los resultados obtenidos en cada prueba y llevar los mismos a representaciones de gráficos estadísticos.

El análisis estadístico se desarrolló empleando un análisis de varianzas mediante la prueba de Levene y T de Student, a fin de aceptar o rechazar la hipótesis alternativa, que considera que al usar el modelo TPACK, habrá rendimiento académico con diferencias estadísticamente significativas en estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Tulcán, en el tema de estequiometría Química.

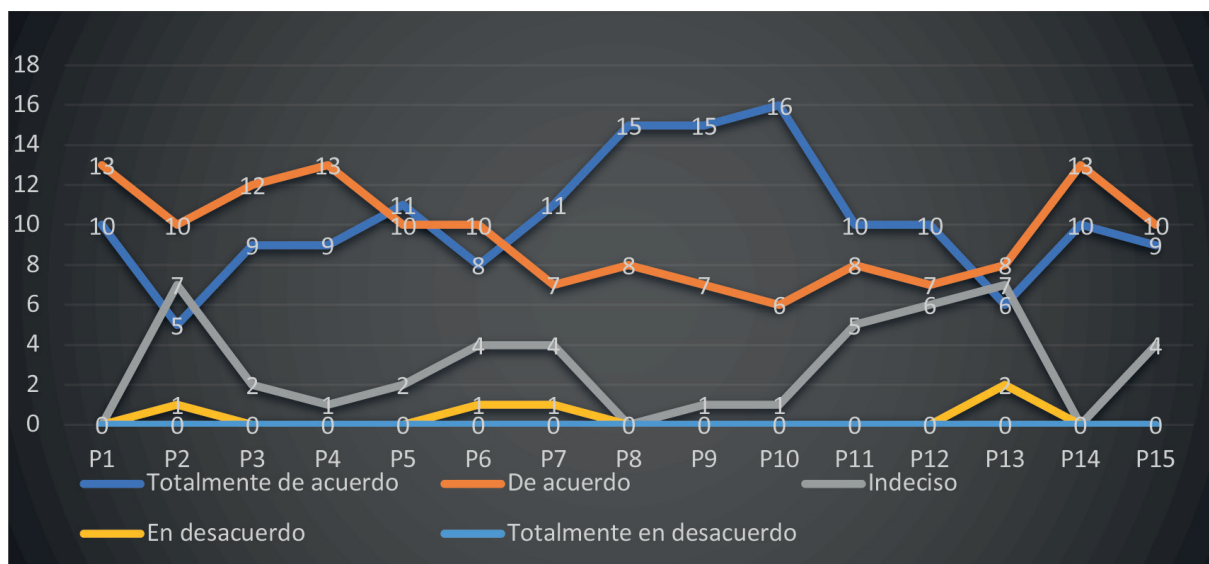
## Resultados y discusión

La encuesta aplicada a los estudiantes del grupo experimental para conocer su satisfacción con el modelo usado muestra (Figura 1.) que, de un total de 23 estudiantes, en promedio 9 a 10 de ellos indican estar “totalmente de acuerdo” o “de acuerdo” respectivamente. Es importante destacar que en las preguntas 2, 11, 12 y 13, que se refieren a la enseñanza de la Química, se presenta un número considerable de alumnos indecisos por lo que podría necesitarse una mayor atención o aclaración, además que ningún estudiante mostró estar en total desacuerdo.

Según la gráfica, se interpreta que el uso de tecnología en la enseñanza de Química, con enfoque en el modelo TPACK, fue receptada de manera positiva por la mayoría de los alumnos, alineándose con lo descrito por Carvajal (2020) en donde destaca la importancia de la motivación de los estudiantes en el desarrollo de las actividades, mismas que se diseñaron con el objetivo de ampliar su zona de desarrollo próximo de manera eficaz. Así también Lema (2021) estableció que el 60% de los discentes piensan que el uso de tecnología influye de manera efectiva en su proceso

de aprendizaje ya que se encuentran interesados en el empleo de recursos tecnológicos que les permitan plasmar sus ideas y conocimientos sin mayor dificultad.

**Figura 1.**  
*Líneas de tendencias, encuesta a grupo experimental*



La tabla 1. presenta las calificaciones de los grupos control y experimental en el postest, obteniendo como promedio 3.69 y 5.87 respectivamente, es decir que el puntaje es superior en el grupo al cual se aplicó la metodología TPACK en la enseñanza de la Química, sin embargo, se busca analizar si dicha diferencia es estadísticamente significativa y ante esto, se desarrolla un análisis Tstudent.

**Tabla 1.**  
*Estadísticas del Grupo*

	Curso_Evaluado	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Promedios_Postest	Control	24	3,6979	1,48357	,30283
	Experimental	28	5,8750	2,08222	,39350

La tabla 2. presenta los resultados para la prueba de Levene y T. En el primer caso se obtuvo una significancia de 0,078 siendo mayor al de  $\alpha$  que tiene un valor de 0,05, determinando que las varianzas son iguales, por lo que se considera la fila superior para el análisis de estadígrafo T.

La significancia bilateral es un valor menor que el de alfa (0,05), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se acepta la alternativa, que establece que “con el empleo de un modelo TPACK, si hay mejoras estadísticamente significativas de la enseñanza de estudiantes de segundo año de Bachillerato de la Unidad Educativa Tulcán, en el tema de estequiometría Química, durante el año lectivo 2022-2023”.



**Tabla 2.**  
*Prueba T en muestras independientes*

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Promedios_ Posttest	Se asumen varianzas iguales	3,236	0,078	-4,274	50	0,000	-2,17708
	No se asumen varianzas iguales			-4,385	48,487	0,000	-2,17708

El componente del modelo TPACK referente al Conocimiento Tecnológico estuvo mediado por la plataforma “Mil Aulas” basada en Moodle, lo que reafirma la necesidad de que los docentes adquieran competencias digitales tal como lo destaca Sumba (2020) y que se corrobora con el trabajo de Mejía (2020) en donde se determinó que docentes manifiestan tener un dominio de programas informáticos para desarrollar las clases en un 66,67% de los casos y que los mismos están buscando información constantemente en software especializados para su empleo pedagógico. En la misma línea, estudios como el de Becerril y Mendoza (2022) establecen la importancia de una plataforma base para desarrollar la aplicación del modelo, en cuyo caso fue usando Microsoft Teams.

El Conocimiento Pedagógico usa una sección de aprendizaje activo, ya que los estudiantes deben trabajar en equipo, observar videos o leer texto sobre la temática previo a la clase. Lo que, al ser evaluado con el posttest concuerda con lo obtenido por Becerril y Mendoza (2022), quienes demostraron que el modelo TPACK mejoró el aprendizaje de Química en estudiantes de Bachillerato. Un aporte similar proviene del trabajo de Gusau (2020) al mencionar que el empleo de tecnologías innovadoras integrados a la enseñanza y aprendizaje de química, confluyen en mejor comprensión de las estructuras moleculares y en una comprensión simple de estructuras y propiedades, además de que la interacción entre estudiantes y de ellos con el docente fortalece la asimilación de conceptos, teniendo como opción de metodologías la instrucción entre pares, reforzamiento audiovisual y aprendizaje cooperativo.

El Conocimiento Tecnológico del Contenido y el Conocimiento Pedagógico del Contenido, se centraron en emplear software que facilite el proceso de enseñanza, para lo que se usaron aplicativos como Kahoot, EducaPlay, Baamboozle, apegándose a lo mencionado por Koehler et al. (2015) donde se menciona que no hay un parámetro específico para el uso de tecnología en educación, pero que se debe buscar la creatividad e innovación.

Rima (2019) estableció que los estudiantes no han experimentado cambios en el aprendizaje al usar tecnología, es decir que el éxito del proceso depende mucho del docente y su papel como facilitador con un método adecuado a las características de cada estudiante, lo que conlleva a enfatizar la necesidad de que los profesores deben fortalecer su conocimiento del contenido y pedagógico, a través de la capacitación y experiencia.



## Conclusiones

El uso del modelo TPACK presenta beneficios en cuanto a la participación activa, compromiso y comprensión de los conceptos, además la buena apertura que ha tenido por parte de los educandos conlleva a tomar el modelo como estrategia de enseñanza de estequiometría Química en estudiantes de segundo año de Bachillerato General Unificado considerando el acceso tecnológico del que disponen tanto en la unidad educativa como en sus hogares.

El uso de video, plataformas tecnológicas, trabajo colaborativo y foro empleadas en el estudio, consideraron los componentes del modelo TPACK. Se basaron en un enfoque constructivista, buscando la motivación de cada estudiante y su aprendizaje sólido, fortalecido con el uso de metodologías activas como son el trabajo en equipo y la técnica de experiencia, conceptualización y aplicación (ERCA).

Al aplicar el posttest y la prueba estadística T Student, se demuestra el efecto del modelo en el aprendizaje de los estudiantes, resultando que el grupo experimental obtiene un promedio mayor en comparación al del grupo control.

## Recomendaciones

El diseño de las actividades debe considerar el entorno y motivar al estudiante hacia la curiosidad científica, desarrollando la capacidad de tomar información de fuentes verificadas, integrando las TIC de manera positiva al proceso educativo.

Se recomienda aplicar la metodología en un mayor rango de tiempo y temática, permitiendo que los estudiantes se familiaricen de mejor forma con la metodología y que el investigador tome datos en mayor número, de forma que evalúe con mejor precisión el efecto del TPACK en el aprendizaje de química.

## Referencias

- Becerril Morales, F., y Mendoza González, B. (2022). TPACK: Innovation in the teaching of chemistry during the Covid-19 pandemic in high school students. *Apertura*, 14(1), 26–51. <https://doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2147>
- Cabero Almenara, J., Marín Díaz, V., y Castaño Garrido, C. (2015). Validation of the application of TPACK framework to train teacher in the use of ICT. *@tic. Revista d'innovació Educativa*, 0(14). <https://doi.org/10.7203/attic.14.4001>
- Carvajal, E. (2020). *TPACK en la enseñanza de Biología del primer año Bachillerato Internacional en la Institución Educativa Fiscal Quito, 2019-2020*.
- De La Luz Espindola Juarez, M., y Granillo Macías, R. (2021). Perspectivas de la escuela tradicional, nueva y contemporánea. In *Publicación semestral* (Vol. 8, Issue 15). <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>
- Gusau Hassan, L. (2020). *APPLICATION OF INNOVATIVE PEDAGOGIES TO ENHANCE THE TEACHING AND LEARNING OF CHEMISTRY*. 19(1). <https://doi.org/10.35386/ser.v19i1.208>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. *McGrawHillEducation*.
- Koehler, M. J., Mishra, P., y Cain, W. (2015). ¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)? *Universidad Del Estado de Michigan*. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc>
- Lema, B. (2021). *Aplicación del Modelo TPACK para fomentar el enfoque constructivista en el aprendizaje de las ciencias naturales*.
- Lugo, M. T., y Brito, A. (2015). Las Políticas TIC en la educación de América Latina. Una oportunidad para saldar deudas pendientes. *Archivos de Ciencias de La Educación*.
- Mejía, D. (2020). Implementación del modelo TPACK en el plan micro-curricular de matemática dirigida a los estudiantes del primer año de bachillerato general unificado de la Institución Educativa Fiscal Amazonas en el periodo 2018- 2019. *Universidad Central Del Ecuador*.
- Ministerio de Educación y Cultura. (2021). *Agenda Educativa Digital 2021-2025*. [www.educacion.gob.ec](http://www.educacion.gob.ec)
- Ortiz, D. (2015). Constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, 19(2), 93–110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Rima, A. (2018). TPACK-Based\_E-Book\_for\_Learning\_Chemistry\_in\_Senior. *ATLANTIS PRESS*.
- Romero-López, G., Pinos-Romero, K., Guaña-Moya, J., Fernández-Sánchez, E., y Andrea Arteaga-Alcívar, Y. (2022). Nativos Digitales y Modelos de Aprendizaje Digital Natives and Learning Models Nativos Digitais e Modelos de Aprendizagem Ciências de la Educación Artículo de Investigación. *Polo Del Conocimiento*, 7, 653–668. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i3.3754>
- Sumba, N. (2020). Enseñanza superior en el Ecuador en tiempos de COVID 19 en el marco del modelo TPACK. *Revista San Gregorio*. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1524>