



# Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales

ISSN 2215-8227

2021, primer semestre

Volumen 2, No. 1

As comunidades de desenvolvimento profissional de professores e a incorporação de tiques para o ensino de química, estado da arte de suas abordagens conceituais

The professional development communities of teachers and the incorporation of tics for the teaching of chemistry, state of the art of their conceptual approaches

Leonardo Enrique Abella Peña  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas  
[leabellap@gmail.com](mailto:leabellap@gmail.com)

## Resumen

El presente documento hace parte de los hallazgos derivados de una investigación doctoral adelantada en el campo de la educación en ciencias y la incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Con el propósito de generar referentes conceptuales para la formación inicial de profesores de química, desde el modelo de comunidades de desarrollo profesional de profesores y una propuesta alternativa al modelo del conocimiento tecnológico-pedagógico (TPACK), se realizó una revisión bibliométrica en bases de datos especializadas, mediante la correlación de las categorías: formación de profesores de ciencias, comunidades de desarrollo profesional y modelos de incorporación de TIC para la enseñanza de la química. Entre las conclusiones de los trabajos revisados, se resalta la importancia de construir y desarrollar propuestas de formación (para la incorporación de TIC) de profesores, que tomen en consideración las necesidades prácticas y escenarios contextuales, en donde las dinámicas de formación incluyan las particularidades del entorno, reconocimiento de debilidades previas de los profesores y estrategias fácilmente reproducibles por los profesores.

## Palabras clave

Tecnología de la información, Didáctica de la Química, Comunidades de desarrollo profesional, Profesionales de la educación, TPACK.

## Resumo

O presente documento faz parte dos achados de uma pesquisa de doutorado adiantada no campo da educação em ciências e a incorporação das Tecnologias da Informação e a Comunicação (TIC). Com o intuito de gerar referentes conceptuais para à formação inicial de professores de química a partir do modelo de comunidades de desenvolvimento profissional de professores e uma proposta alternativa ao modelo de conhecimento tecnológico-pedagógico (TPACK), realizou-se uma revisão bibliométrica em bases de dados especializadas, mediante a correlação das categorias: formação de professores de ciências, comunidades de desenvolvimento profissional e modelos de incorporação das TIC para o ensino da química. Dentre as conclusões dos trabalhos revisados, se ressalta a importância de construir e desenvolver propostas de formação (para a incorporação das TIC) de professores, que levem em consideração as necessidades práticas e cenários contextuais onde as dinâmicas de formação incluam as particularidades do entorno, reconhecimento das debilidades previas dos professores e estratégias facilmente reproduzíveis pelos professores.

## Palavras-chave

Tecnologia da informação, Didática da Química, Comunidades de desenvolvimento profissional, Profissionais da educação, TPACK.

## Abstract

This document presents part of the findings derived from a doctoral research study in the science education field, and the incorporation of Information and Communication Technologies (ICT). In order to generate conceptual references for the initial training of chemistry teachers, from the model of professional development communities of teachers, and an alternative proposal to the model of technological-pedagogical knowledge (TPACK), a bibliometric review was carried out in specialized databases, through the co-relationship of the following categories: training of science teachers, professional development communities, and ICT incorporation models for the teaching of chemistry. Among the conclusions of the revised studies, it is highlighted the importance of building and developing teachers' training proposals (for the incorporation of ICTs), considering practical needs and contextual scenarios, where training dynamics include the particularities of the environment, the acknowledgement of teachers' previous weaknesses, and strategies that they can easily reproduce.

## Keyword

ICT in Education, Chemistry Didactics, Professional Development Communities, TPACK.

## Introducción

La pandemia del 2020 ha dejado al descubierto que los problemas de la educación no se circunscriben a las realidades de la organización curricular, la planeación de actividades y los métodos evaluativos que, superada la pandemia, seguirán siendo piezas fundamentales de la educación y su investigación.

Ha quedado revelado que ante la falta de una sólida formación para la incorporación de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) y políticas gubernamentales que apoyen la infraestructura necesaria, el magisterio colombiano se ha enfrentado con la necesidad de reconocer que carece de suficientes herramientas para superar una crisis, que elimina de tajo la posibilidad de mantener un aula de clases de la manera “tradicional”, es decir en la presencialidad y con los recursos clásicos, como tablero, marcadores y borrador.

Si bien la situación educativa del 2020 es trascendental, la investigación acerca del cómo aprovechar el poder de las tecnologías aplicadas a la educación posee un recorrido mucho más largo, ya desde las décadas del 60 del siglo XX, y desde diferentes enfoques, se ha intentado armonizar las realidades contextuales, la preparación de los maestros, la apropiación de las tecnologías y la gestión de recursos.

Se tiene así la oportunidad de replantear la importancia que se le da a las TIC en la formación de profesores en general y ciencias en particular, pues la incorporación de recursos digitales en la educación en ciencias ha sido un lento pero determinado proceso, que ha encontrado múltiples obstáculos y a su vez interesantes encuentros (García-Martínez, Hernández, y Abella-Peña, 2018).

Con el paso del tiempo y de las experiencias, se ha logrado comprender que, para el profesorado no es suficiente recibir capacitaciones o desarrollar un conocimiento técnico de diversos recursos digitales en educación (McKenney, 2005; Moreira, 2010; Chai et al., 2011; Capuano, 2011; Domingo & Marqués, 2011; Donnelly et al., 2011; Barón & Gómez, 2012; Suárez-Rodríguez et al., 2012; Villagrà, 2012; Pawel & Pawel, 2013; Rogers & Twidle, 2013; Gómez Crespo et al., 2014; Karagiannidis et al., 2014; Wang et al., 2014; Schele, 2015; Krause et al., 2017; Steiner & Mendelovitch, 2017; Tondeur et al., 2017; Alt, 2018; León, 2018; Urzúa Hernandez et al., 2019) se ha hecho necesario y evidente que se requiere de una reflexión sobre el papel didáctico de la integración entre TIC, recursos y diseños que promuevan mejores aprendizajes de las ciencias (Merino & García-Martínez, 2019).

Por otra parte, trabajos como los de Arias Gil (2016), Bernard & Bross (2013), Chroustova et al. Rogers & Twidle (2013), (2017), Wang et al.(2014) presentan conclusiones en las que es evidente que el deseo de los profesores, por obtener aplicaciones que sean fáciles desde su manejo, su aplicación, su modificación y que además sean de bajo costo o preferiblemente gratuitas, ha sido cohibido con la

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. EDUCyT, v 2, (1), 49-66.



realidad de encontrar pocas aplicaciones que tengan todas estas fortalezas juntas, lo que fomenta en el docente un desestímulo a su uso y a la búsqueda de aplicaciones reconocidas y generalizadas, que muchas veces no se acomoda a sus verdaderas necesidades.

Sumado a los pocos o nulos espacios para el uso de equipos tecnológicos en los espacios escolares, a excepción de asignaturas o proyectos de informática, la mayoría de los obstáculos son desalentadores innatos que mantienen a los profesores alejados del uso de herramientas informáticas en sus áreas específicas (García, 2002).

Esta situación ha motivado la investigación acerca del cómo aprovechar el poder de las tecnologías aplicadas a la educación, de manera que se logre un equilibrio entre los espacios/materiales disponibles; el buen uso y desarrollo de aplicaciones educativamente pertinentes. A su vez, que ofrezca un espacio de reflexión y construcción desde los saberes propios de los profesores en formación, (quienes estarán posteriormente en ejercicio), en dinámicas de aprendizaje que logren transformar de manera positiva las prácticas de enseñanza en resonancia con las dinámicas del siglo XXI y permita la preparación como colectivo docente para que, en caso de situaciones que requieran dinámicas alejadas de los métodos tradicionales de educación en ciencias, como la presencialidad, cuenten con herramientas suficientes para enriquecer sus prácticas educativas.

En términos generales, los propósitos de la investigación de la que hace parte este documento, se centran en reconocer los aspectos metodológicos necesarios para ofrecer un espacio de reflexión y construcción desde los saberes propios de los profesores en formación y/o en ejercicio, para construir metodologías que les permita de manera práctica, eficiente y sustentada la selección, diseño y ejecución de recursos didácticos basados en TIC para mejorar los entornos de aprendizaje de los estudiantes al estudiar las ciencias naturales y para este caso concreto la química.

Para conseguirlo, este documento presenta las investigaciones previas que demarcan las tendencias frente a las estrategias de formación de profesores en ciencias desde la perspectiva del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (TPACK), referente mundial para identificar los conocimientos que tienen los profesores sobre la forma en que abordan la tecnología digital para sus entornos educativos. Estas investigaciones han sido analizadas desde la generación de comunidades de aprendizaje y desarrollo profesional, para encontrar los puntos de convergencia que permitan establecer los patrones más recomendados a la hora de realizar programas de formación en TIC para profesores.

Metodológicamente se recurre a un análisis bibliométrico, teniendo en cuenta los factores de:

- \* Año de publicación, limitado a los productos indexados con fecha de elaboración entre 2010 y 2020.
- \* Índice de citación, se recurre a las estadísticas de citación generadas para las bases de datos Scopus (cite) y Web Of Science (SciELO CI), en donde el valor promedio superaba los 50.
- \* Relevancia en palabras clave, que incluyen términos específicos como: formación de profesores de ciencias, desarrollo profesional, formación en tecnologías, mejoramiento profesional, cruzado con términos como: TIC, Currículo, Educación científica, didáctica de las ciencias.
- \* Filtrado de resultados específicos, incluyendo palabras clave como química o ciencias.

Bajo las categorías de búsqueda asociadas a los criterios generales, se filtraron los resultados que permiten evidenciar ejemplos prácticos de ejecución en diferentes niveles escolares.

### **Formación de profesores en TIC para la enseñanza de las ciencias y las comunidades de desarrollo profesional**

La necesidad de generar escenarios de aprendizaje no solo se circunscribe a los que tienen como objetivo central los estudiantes. Los profesores, requieren una continua formación que les permita estar al día de las transformaciones sociales, culturales y tecnológicas que inciden en su labor docente, más aún cuando estas transformaciones tienen breves periodos de incubación y se transforman continuamente, como el caso particular de las tecnologías digitales del siglo XXI. Para el análisis presentado en este documento, se aborda una estrategia de formación que permite reflexiones continuas en torno al papel docente y su actividad didáctica en la educación científica desde lo que se reconoce como comunidades de desarrollo profesional y sus posibles relaciones con el modelo TPACK.

Las comunidades de desarrollo profesional para la formación docente retoman aspectos metodológicos de la investigación acción participativa, en la que por medio de interacciones directas entre expertos y profesionales se organizan actividades orientadas a mejorar aspectos específicos de la actividad docente. Para García-Martínez (2009) la comunidad de desarrollo profesional (CODEP) se entiende como:

un grupo de profesores que se reconocen como profesionales de la educación, los cuales participan en discusiones críticas y reflexivas para la toma de decisiones en torno a su objeto de estudio, la enseñanza y el aprendizaje en su aula (e institución) y otros procesos que allí se desarrollan y que las condicionan.

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. *EDUCyT*, v. 2, (1), 49-66.



Esta comunidad comparte poco a poco ciertas prácticas y referentes que se van construyendo como producto de esta dinámica, que la definen y retroalimentan. (p. 80).

Como segunda categoría de relación se aborda el concepto de recursos TIC, que en palabras de Cobo (2009) se definen como:

Dispositivos tecnológicos (hardware y software) que permiten editar, producir, almacenar, intercambiar y transmitir datos entre diferentes sistemas de información que cuentan con protocolos comunes. Estas aplicaciones, que integran medios de informática, telecomunicaciones y redes, posibilitan tanto la comunicación y colaboración interpersonal (persona a persona) como la multidireccional (uno a muchos o muchos a muchos). Estas herramientas desempeñan un papel sustantivo en la generación, intercambio, difusión, gestión y acceso al conocimiento (p.313).

Razón por la cual son un indiscutible objeto de análisis desde la educación en general y de la científica en particular. Hay que considerar que el ciudadano del siglo XXI requiere no solo una alfabetización digital en el que sepa “usar” las TIC, sino que urge una integración y apropiación desde la educación básica, en la que se enseñe a abordar las múltiples situaciones en las que se verá involucrado no solo desde la academia sino en la cotidianidad. Las TIC y su apropiación serán determinantes para superar dichas situaciones, necesita un cuerpo docente con la capacidad de involucrar de manera natural las TIC en sus procesos de gestión de aula y como herramientas necesarias en sus diseños didácticos. Con lo anterior se resalta la importancia de generar espacios académicos, tóricos y prácticos que mejoren la formación inicial y continuada de los profesores de ciencias en los diferentes niveles de educación (Abella-Peña et al., 2016).

Es reconocible que desde diferentes esfuerzos multilaterales (los ministerios de educación, las universidades, las industrias de las TIC) se ha intentado obtener el mejor resultado en cuanto a la “capacitación” de los profesores en diferentes niveles, en formación inicial, continua y en ejercicio; frente al uso y apropiación de los recursos TIC, sin embargo, múltiples factores, (incluyendo la intención misma de capacitar vs formar) limitan los alcances de diversos programas e iniciativas.

Las propuestas gubernamentales que ofrecen acercamientos entre los profesores y las TIC cuentan usualmente con una amplia estructura tecnológica, una amplia oferta de recursos y apoyos estratégicos que se soportan desde la industria misma de las TIC, como bien lo mencionan Barón y Gómez (2014):

Las políticas públicas en Colombia siguen haciendo énfasis en estrategias para garantizar la prestación de servicios, para incrementar las conexiones y la velocidad de internet, para aumentar el número de computadores y de puntos de acceso en instituciones públicas, prestando menor atención a la calidad y los resultados de los usos que se están dando a esas tecnologías. Los procesos de “alfabetización

tecnológica” y la formación de recurso humano de alto nivel para la investigación y la innovación son muy importantes; sin embargo, resultan insuficientes frente a los propósitos de integrar de manera más efectiva el acceso a las TIC con procesos de desarrollo, ciudadanía e integración cultural y política. (p. 52).

Durante la primera década del siglo XXI era evidente que la incorporación de las TIC requerían mucho más que simplemente cursos de formación independientes o electivas que intentaban acercar a los profesores a las herramientas que el panorama tecnológico ofrecía (Coll, Mauri, & Onrubia, 2008), y propuestas en el marco de la formación de profesores intentaban dar cuenta de los mejores procesos para la reflexión sobre las necesidades reales de formación y apropiación de TIC en la educación, que permitió a propuestas como la del TPCK (posteriormente conocido como TPACK) de (Mishra & Koehler, 2006) que desde la visión cercana al conocimiento pedagógico del contenido, marcaba una necesaria interrelación entre aquello que el profesor también debía saber en cuanto a tecnología, generando una amplia cantidad de experiencias desde este modelo de correlación de conocimientos.

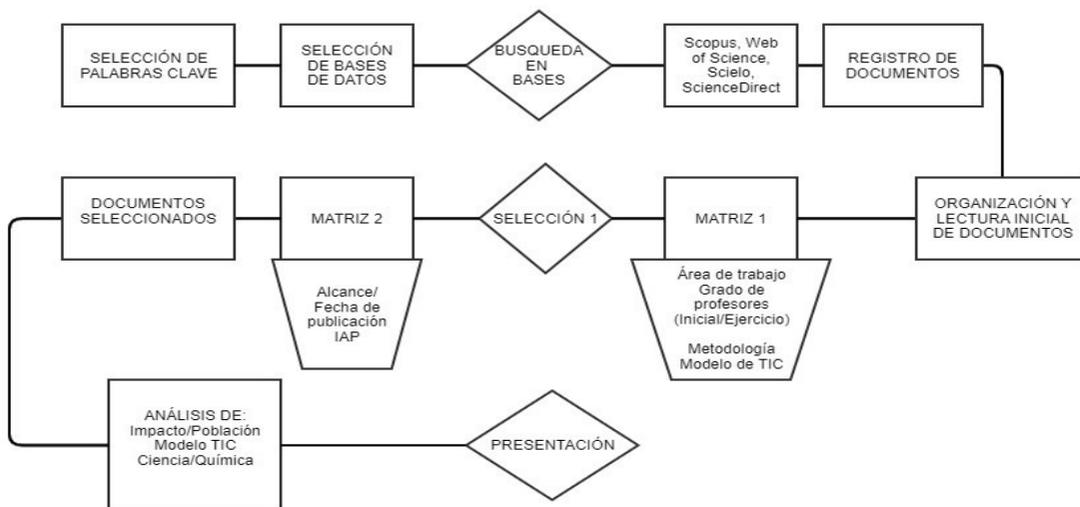
Para el caso presentado en este documento, se ha realizado una revisión teórica en bases de datos especializadas sobre el trabajo en formación de profesores desde el uso y apropiación de TIC, particularmente de ciencias naturales y química, considerando como oportunidad el modelo del TPACK, pero ampliado a identificar otras formas de reconocer estos saberes, que en lo particular se describen más como emergentes de la interrelación entre los diseños didácticos y las prácticas de la CODEP.

### Revisión bibliométrica

La estrategia de búsqueda y selección de los documentos corresponde a la revisión en bases de datos especializadas (Scopus, Web Of Science, Science Direct y Scielo) a partir de palabras clave que permitieran reconocer las propuestas de formación docente bajo el acercamiento al modelo CODEP y la incorporación de recursos TIC (TPACK) para la enseñanza de las ciencias naturales en general y de la química en particular. Para esta selección se desarrolló una matriz de análisis en la que se consideraron factores como el impacto que ha tenido la publicación medido en el índice de citas contrastado con la fecha de publicación, la población docente a la que ha sido dirigido el estudio, el modelo de incorporación de TIC y el impacto del proceso. De la matriz inicial de búsqueda que contenía 63 documentos, se seleccionaron 31 documentos según los criterios mencionados, a los cuales mediante una revisión de contenido se clasificaron según el tipo de intervención metodológica y el modelo de intervención TIC incorporado (ver Figura 1).

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. *EDUCyT*, v. 2, (1), 49-66.

**Figura 1.**  
Diagrama de selección de documentos



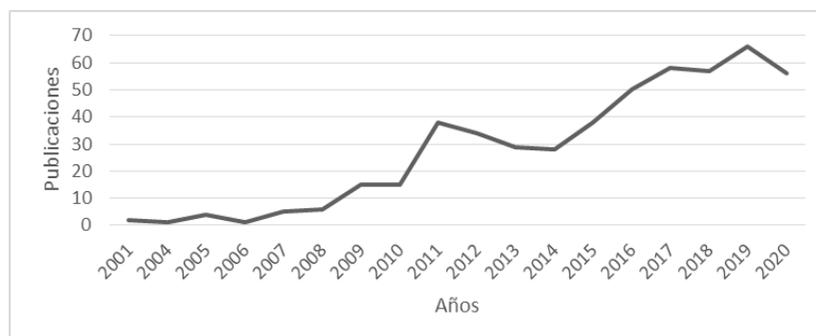
Fuente. Elaboración propia

Aquí se presenta una síntesis de la información en cuanto al impacto de estos procesos de formación docente bajo el modelo CODEP y el abordaje para la incorporación de recursos TIC como propósito de aprendizaje. Junto a este análisis se ofrece una propuesta para abordar un modelo teórico-práctico de incorporación de recursos TIC bajo la conformación de CODEP-TIC para la enseñanza de la química.

### Resultados y discusión

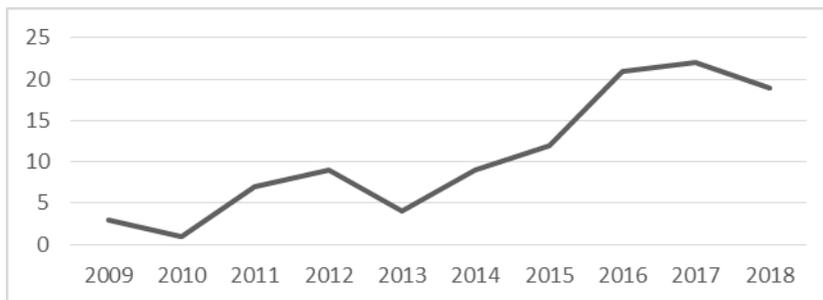
A manera de breve revisión bibliométrica, es evidente que la cantidad de documentos publicados sobre la formación de profesores ha ido en aumento durante la última década, evidenciable desde las métricas mismas que se producen en el cruce de información sobre las palabras de búsqueda “Formación docente” particularmente en la educación en ciencias como se puede ver en el gráfico 1:

**Gráfico 1.**  
Número de publicaciones por año sobre Formación Docente



Al revisar esta información con aquellas publicaciones que se enfocaban en el desarrollo de CODEP, se evidencia una tendencia similar, menor en términos de cantidad de producción, pero evidentemente en crecimiento (ver figura 2):

Figura 2  
Número de publicaciones por año sobre CODEP

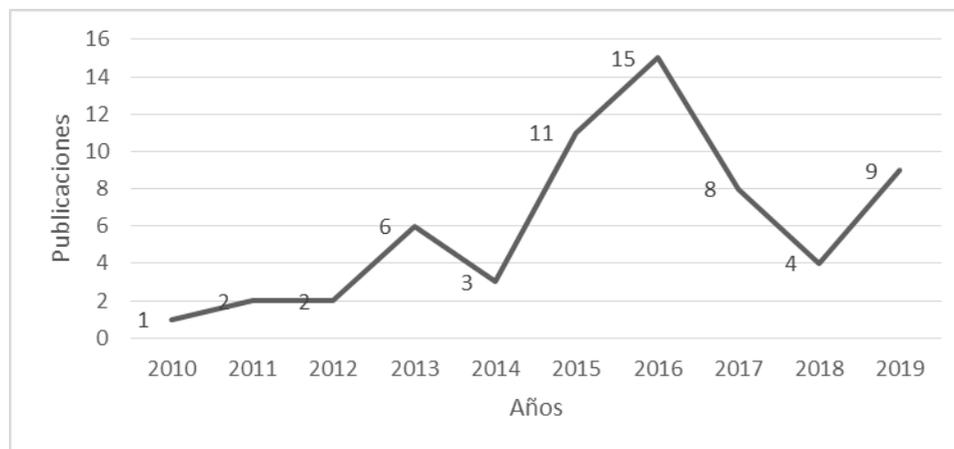


Fuente. Producción propia

Al finalizar la revisión, se encontró que las experiencias basadas en las CODEP tienden a presentar mayor grado de incorporación de TIC al ser trabajado en los contextos particulares de los profesores, frente a los programas de formación planeados sin la participación de la comunidad, (como los procesos gubernamentales de formación TIC), en donde prima la generalización de metodologías.

Bajo el modelo de formación en TIC a profesores en ejercicio, se ve una marcada tendencia a concentrar los esfuerzos bajo el modelo TPACK (ver figura 3), que demuestra ser una propuesta para la reflexión sobre los saberes digitales que manejan y deben manejar los profesores, sin embargo, no evidencian transformaciones metodológicas que perduren en el tiempo y sean sostenibles por fuera del proyecto en el que son elaborados.

Figura 3.  
Numero de publicaciones por año sobre TPACK en ciencias naturales



Fuente. Producción propia

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. EDUCyT, v 2, (1), 49-66.



El modelo TPACK ha tomado el escenario en las investigaciones sobre incorporaciones prácticas desde diferentes áreas de conocimiento, sin embargo, se encuentra una fuerte relación entre la cantidad de proyectos de desarrollo del TPACK y la falta de formación inicial en apropiación de TIC. En los resultados de las búsquedas en las bases de datos, es común encontrar el TPACK asociado a el ejercicio de prácticas específicas por profesores en ejercicio en quienes se evidencia falta de formación e TIC, por lo tanto, se multiplican los proyectos de incorporación de TPACK en entornos específicos y características del profesorado muy particulares.

Investigaciones concentradas en analizar las experiencias con un gran detalle estadístico (Baran, Uygun, & Altan, 2017; Chai, Hwee, Koh, & Tsai, 2010; Tondeur et al., 2017), más allá de lo que los números indican, resaltan la transformación metodológica que están orientando los procesos de formación de profesores iniciales y en ejercicio para el uso de TIC.

En estos espacios se plantea la necesidad de incorporar de diferentes maneras no sólo el uso de TIC sino la apropiación y proyección de las mismas desde los saberes del profesor, quien los requiere para la organización y planeación de secuencias didácticas que pueden enriquecerse desde el aporte propio de las TIC, tal como lo señala García (2014) “...el reto en la formación de profesores consiste en incluir una formación profesional orientada a la comprensión, apropiación crítica y exploración de las TIC, sus objetos y sus nuevos lenguajes en los contextos educativos...” (p.14).

Esta creciente necesidad de transformar las metodologías de formación de los profesores permitió que la propuesta del TPACK apoyara múltiples ejercicios, (Chai et al., 2010; Jimoyiannis, 2010; Rogers & Twidle, 2013) en donde las diferentes publicaciones abordan trabajos con profesores en diferentes niveles y asignaturas de las ciencias naturales, demostrando que sí bien la propuesta TPACK presenta herramientas útiles, no logra transformar las prácticas de diseño del trabajo de aula de los profesores.

En varios de los trabajos y a la vez más citados, se evidencia un reconocimiento de las habilidades que debe generar el profesor en torno a las TIC, pero no se establece de manera clara la metodología para que haga parte de sus intenciones de planeación, su incorporación a los diseños didácticos, ni las estrategias de apropiación.

Otros trabajos que se apartan un poco del modelo TPACK pero que abordan el uso de las TIC en clases de ciencias, (Abella y García, 2010; Achuthan, Kolil, & Diwakar, 2018; Blonder et al., 2013; Chroustova, Bilek, & Sorgo, 2017; Daza et al., 2009; Ekanayake & Wishart, 2014; García Martínez et al., 2014; Gupta, Jhaumeer, Li Kam Wah, & Ramasami, 2009; Ješková, Kireš, Ganajová, & Kimáková, 2011; Krause, Pietzner, Dori, & Eilks, 2017; Leite, 2016; Niess, 2005; Raviolo, 2011; Sá Menezes, Teixeira, & Kalhil, 2010; Valverde & Viza, 2006), reconocen la necesidad de incorporar la formación de profesores con un enfoque de múltiples saberes, en donde se reconozca la importancia de las habilidades TIC y su incorporación en la práctica del docente. Teniendo la salvedad en que, no solo

debe ser motivado por cursos optativos o supletorios, sino desde la formación inicial, y sugieren múltiples escenarios en los que se requiere por parte de los profesores de ciencias, “naturalizar” la apropiación de las TIC no solo en procesos didácticos sino en la misma gestión de aula.

Ambos abordajes muestran en sus resultados la necesidad de generar modelos de formación inicial y en ejercicio para profesores en las que se pueda dar garantía de continuidad y que debe ir más allá de simples indicadores de implementación que se originan en políticas de masificación del uso de las TIC por el magisterio.

Por su parte el trabajo enfocado a las alternativas de modelos de formación como las CODEP, (García-Martínez, 2009; Hartshorne, Baumgartner, Kaplan-rakowski, Mouza, & Ferdig, 2020; Ministerio de Educación Nacional, 2008; Simon & Campbell, 2012) presentan una interesante metodología para promover entre los profesores cambios no solo en sus prácticas sino en las mismas actitudes frente a los procesos de actualización. Esta reflexión facilita reconocer la manera en que se debe permear la formación inicial de profesores y la resignificación de programas de formación permanente.

- \* Por lo tanto, todo programa de formación de profesores debe, como lo menciona Voogt et al (2011), ser capaz de ofrecerle al profesor herramientas para:
- \* Enfocarse en un conocimiento más profundo de su materia y así guiar a sus estudiantes para pensar en esa materia.
- \* Proporcionar ejemplos de aplicaciones concretas en el aula de las ideas generales que subyacen a los cambios.
- \* Enfrentar a los maestros a la práctica real en lugar de proporcionarles descripciones de la práctica.
- \* Ofrecer oportunidades de colaboración con colegas y expertos para adaptar la práctica al contexto local.
- \* Realizar un seguimiento y retroalimentación continua.
- \* Ser coherente con los objetivos de desarrollo profesional de los maestros y los objetivos para el aprendizaje de sus alumnos.
- \* Tener continuidad.

Modelos de incorporación de TIC, (TPACK y no TPACK) han permitido obtener información suficiente para poder desarrollar una propuesta didáctica para que el profesor en formación adquiera las habilidades que le permitirá diseñar y aplicar estrategias de clase basadas en TIC, y que a su vez incorporen los conocimientos propios de la didáctica de la química.

Hay que dejar en claro, que el momento más oportuno para desarrollar estos modelos es en la formación inicial de los profesores. Desarrollar estas habilidades digitales en los profesores en formación les permitirá tomar decisiones acertadas a la hora de diseñar sus materiales digitales, donde prime la posibilidad del software libre, los recursos compartidos y el diseño de bajo costo, que les permita tomar distancia y ser

cautelosos al apreciar que muchas empresas ofrecen apoyos tecnológicos para el diseño de materiales digitales, y que no siempre son orientadas por el espíritu de la “libre información” y pueden llegar a ofrecer respuestas poco viables, que limiten al profesor por cuestiones presupuestales, tal y como lo manifiesta Sacristán (2018):

Ahora tampoco pueden dejar de preocuparnos algunas estrategias de introducción de las TIC en las aulas, con un elevado coste económico que hará felices a las industrias del sector, pero sin rendir los resultados prometidos por inadaptación de las TIC al medio escolar y por falta de saber hacer —de técnica— de los profesores. (p.133).

Se tiene entonces la posibilidad de desarrollar toda una propuesta que pueda retomar los aportes del TPACK; ofrecer una reflexión sobre el papel de la didáctica y la incorporación de TICs en la formación inicial y continuada de docentes de química; generar una reconceptualización sobre las TIC y la formación de profesores soportada en diferentes meta disciplinas (Historia y Filosofía de las ciencias), desde la visión de la didáctica de las ciencias.

### Conclusiones

El ejercicio de promover nuevas formas de relacionar saberes entre los profesores ha pasado por varios caminos que en teoría presentan la consecución de los objetivos plasmados en los programas de formación; pero que al pasar del tiempo no permean las acciones diarias de la gestión de aula de la mayoría de los profesores con los que se ha trabajado y queda evidenciado al revisar las conclusiones que durante más de una década presentan las investigaciones enfocadas al desarrollo profesional docente y la incorporación de TIC.

Sin embargo, el modelo de CODEP presenta una estrategia que brinda no solo una actualización en los saberes de los profesores sino una apropiación actitudinal al presentar una comunidad que busca desde sus propios conocimientos la reflexión (Aristizabal y García-Martínez, 2017), que invita a una transformación en las practicas, al reconocer lo que cada individuo puede ofrecer para abordar el trabajo didáctico en relación con un saber en particular.

Las CODEP permiten desarrollar en los profesores participantes una alternativa metodológica para la aproximación, reconocimiento, aplicación y apropiación de los saberes prácticos asociados a las TIC y su incorporación a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química.

Como pautas generales a manera de síntesis, el proceso de conformación de las CODEP – TIC presenta una fase de fundamentación en la que se aborda tanto la metodología de la investigación acción participativa como las actividades que pueden orientar la formación en TIC, un abordaje de los problemas, documentos relacionados,

herramientas tecnológicas que son trabajadas y finalmente los productos resultado del proceso.

Para abordar esta propuesta, es necesario reconocer que el programa de formación diseñado debe fortalecer el trabajo dentro de la CODEP, y facilitar el cumplimiento de diferentes roles, por parte de sus integrantes, en donde quién lidera el proceso es necesario que asuma múltiples tareas, las que según García-Martínez (2009) pueden resumirse en:

- \* **Negociador de intereses:** al mantener claridad en los objetivos trazados respondiendo a las expectativas de la comunidad.
- \* **Líder académico:** resaltando la importancia del proceso y los aportes que hace al campo.
- \* **Consejero:** escuchando, valorando y motivando los aportes de los integrantes de la comunidad, reconociéndoles como protagonistas en la construcción de conocimiento didáctico.
- \* **Compañero:** aportando, cuestionando y presentando alternativas.

De esta manera y haciendo parte de las dinámicas de la CODEP, se puede reconocer la emergencia de principios comunes, que ofrecen información relevante para la construcción de programas de formación que tengan en cuenta los intereses, motivaciones y protocolos propios de los docentes participantes.

La propuesta integradora de los dos marcos de referencia señalados genera nuevas posibilidades para el desarrollo profesional de los profesores de ciencias en ejercicio y en formación de manera tal que les permita mejorar sus habilidades y fortalecer sus saberes didáctico-tecnológicos; y como indicador y recurso para la proposición de políticas educativas en las que se tenga como propósito la incorporación de recursos TIC, que tengan una alta permanencia y continuidad.

## Bibliografía

- Abella-Peña, L., Abella, S., García-Martínez, Á., González, B., Hernández, R., Gómez, D., & Prieto, D. (2016). Ambiente virtual de aprendizaje para la enseñanza del cambio químico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (VII Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias), 1787–1791.
- Abella-Peña, L., & García-Martínez, Á. (2010). El Uso De Videojuegos Para La Enseñanza De Las Ciencias, Nuevos Desafíos Al Papel Docente. The Use of Video Games for Science Education, New Challenges to the Teaching Role. *Revista EDUCyT*, 2, 2215–8227.

- Achuthan, K., Kolil, V. K., & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2499–2515. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>
- Alt, D. (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 73, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.020>
- Arias Gil, V. (2016). *Las TIC en la educación en ciencias en colombia una mirada a la investigación en la línea en términos de su contribución a los propósitos actuales de la educación científica*. [Tesis de Maestría Universidad de Antioquia]. [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5238/1/vanessaarias\\_2016\\_ticcienciascolombia.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/5238/1/vanessaarias_2016_ticcienciascolombia.pdf)
- Aristizabal Fuquene, A., & García-Martínez, Á. (2017). Fortalecimiento de la identidad profesional docente a través del trabajo en comunidades de desarrollo profesional que trabajan con la historia de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 0(Extra), 3599–3604.
- Baran, E., Uygun, E., & Altan, T. (2017). Examining Preservice Teachers' Criteria for Evaluating Educational Mobile Apps. *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), 1117–1141. <https://doi.org/10.1177/0735633116649376>
- Barón, L. F., & Gómez, R. (2012). From Infrastructure to Social Appropriation: An Overview of Information and Communication Technologies (ICT) Policies in Colombia. *Signo y Pensamiento*, 31(61), 38–55.
- Barón, L. F., & Gómez, R. (2014). De la infraestructura a la apropiación social, políticas de las tecnologías panorama sobre las y comunicación (tic) de información en Colombia. *Praxis & Saber*, 9(21), 75–98. <https://doi.org/10.19053/22160159.v9.n21.2018.8924>
- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S., & Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 269–285. <https://doi.org/10.1039/c3rp00001j>
- Capuano, V. (2011). El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 2(2), 79–88.
- Chai, C. S., Hwee, J., Koh, L., & Tsai, C.-C. (2010). Facilitating Preservice Teachers' Development of Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society*, 13(4), 63–73.
- Chai, C. S., Ling Koh, J. H., Tsai, C. C., & Lee Wee Tan, L. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT).

*Computers and Education*, 57(1), 1184–1193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>

- Chroustova, K., Bilek, M., & Sorgo, A. (2017). Validation of Theoretical Constructs Toward Suitability of Educational Software for Chemistry Education: Differences Between Users and Nonusers. *Journal of Baltic Science Education*, 16(6), 873–897.
- Cobo Romani, J. C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *ZER*, 14(27), 295–318. Retrieved from <http://www.ehu.es/zer/hemeroteca/pdfs/zer27-14-cobo.pdf>
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008). *Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural* *Analyzing Actual Uses of ICT in Formal Educational Contexts: A Socio-Cultural Approach*. Retrieved from <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>
- Daza Pérez, E. P., Gras-Marti, A., Gras-Velázquez, À., Guevara, N. G., Togasi, A. G., Joyce, A., ... Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320–329. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30032-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30032-6)
- Domingo, M., & Marqués, P. (2011). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. *Revista Comunicar*, 19(37), 169–176. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>
- Donnelly, D., McGarr, O., & O'Reilly, J. (2011). A framework for teacher's integration of ICT into their classroom practice. *Computers and Education*, 57(2), 1469–1483. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.02.014>
- Ekanayake, T. M. S. S. K. Y., & Wishart, J. M. (2014). Developing teachers' pedagogical practice in teaching science lessons with mobile phones. *Technology, Pedagogy and Education*, 23(2), 131–150. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.810366>
- García-Martínez, Á. (2009). La formación de profesores de ciencias a través de su interacción en Comunidades de Desarrollo Profesional. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Extraordinario), 77–83.
- García-Martínez, Á., Hernández, R., & Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica*, 33(3), 316–331. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.12623>
- García-Martínez, Á., Merino Rubilar, C., Rodríguez Pineda, D. P., Hernández Barbosa, R., Reyes Cárdenas, F. de M., Abella-Peña, L., & Guevara Bolaños, J. C. (2014). *La formación del profesorado de ciencias en contextos de diversidad una mirada desde la mediación con las TIC y la construcción de diseños didácticos*. Bogotá D.C.: Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- García-Peñalvo, F. J. (2002). Software educativo: evolución y tendencias. *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 14, 19–29. Retrieved from <http://>

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. *EDUCyT*, v. 2, (1), 49-66.



- Gómez Crespo, M. A., Cañas Cortazar, A. M., Gutiérrez Julián, M. S., & Martín-Díaz, M. J. (2014). Ordenadores en el aula: ¿estamos preparados los profesores? *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(2), 239–250. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.939>
- Gupta-Bhowon, M., Jhaumeer-Laulloo, S., Li Kam Wah, H., & Ramasami, P. (2009). *Chemistry Education in the ICT Age* (M. Gupta-Bhowon, S. Jhaumeer-Laulloo, H. Li Kam Wah, & P. Ramasami, Eds.). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9732-4>
- Hartshorne, R., Baumgartner, E., Kaplan-rakowski, R., Mouza, C., & Ferdig, R. (2020). Preservice and Inservice Professional Development During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Technology and Teacher Education*, 28(2), 137–147.
- Ješková, Z., Kireš, M., Ganajová, M., & Kimáková, K. (2011). Inquiry-based learning in science enhanced by digital technologies. *ICETA Nººº - 9th IEEE International Conference on Emerging ELearning Technologies and Applications, Proceedings*, 115–118. <https://doi.org/10.1109/ICETA.2011.6112597>
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teacher's professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.022>
- Karagiannidis, C., Politis, P., & Karasavvidis, I. (2014). Research on e-learning and ICT in education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (Issue SEPTEMBER 6458). [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6501-0_1)
- Krause, M., Pietzner, V., Dori, Y. J., & Eilks, I. (2017). Differences and developments in attitudes and self-efficacy of prospective chemistry teachers concerning the use of ICT in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4405–4417. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00935a>
- Leite, B. S. (2016). Podcasts in the Chemistry Teaching. *Orbital - The Electronic Journal of Chemistry*, 8(0). <https://doi.org/10.17807/orbital.voio.898>
- León, R. C. (2018). *La formación en TIC del profesorado y su transferencia a la función docente Tendiendo puentes entre tecnología, pedagogía y contenido disciplinar*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona] <https://www.tdx.cat/handle/10803/525864>
- McKenney, S. (2005). Technology for curriculum and teacher development: Software to help educators learn while designing teacher guides. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(2), 167–190. <https://doi.org/10.1080/15391523.2005.10782455>
- Merino, C., & García-Martínez, Á. (2019). Incorporation of augmented reality for the

development of visualization capabilities. A study of high school students understanding of the atomic model. *Pensamiento Educativo*, 56(2), 1–23. <https://doi.org/10.7764/PEL.56.2.2019.6>

Ministerio de Educación Nacional. (2008). *Ruta de Apropiación de TIC en el Desarrollo Profesional Docente*. p.9-20. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Recuperado <http://aulavirtual.eew.cvudes.edu.co/publico/lems/L.000.012.EATE/Documentos/Anexos/Cap3/1.pdf>

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. p.58-16. Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Moreira, M. A. (2010). The process of integration and the pedagogical use of ICT in schools. Case studies. *Revista de Educacion*, 352, 77–97

Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>

Pawel, B., & Pawel, B. (2013). Course ‘ICT tools in science education’ –what and how to teach. *Journal of Science Education*, 14 (Enero), 16–19. <http://ruj.uj.edu.pl/xmlui/handle/item/9436>

Raviolo, A. (2011). Enseñanza de la química con la hoja de cálculo. *Educacion Química*, 22(4), 357–362. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30157-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30157-5)

Rogers, L., & Twidle, J. (2013). A pedagogical framework for developing innovative science teachers with ICT. *Research in Science and Technological Education*, 31 (3), 227–251. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.833900>

Sá Menezes, A. P., Teixeira, A. F., & Kalhil, J. B. (2010). Windows Movie Maker Software in the Teaching of Chemistry: Report of an Experience | O software windows movie maker no ensino de química: Relato de experiência. *Educacion Quimica*, 21 (3), 219–223. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30086-7](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30086-7)

Schele, F. B. (2015). *Collaborative design of ICT-rich early literacy learning material: Design talk in teacher teams*. <https://doi.org/54.7334/53123470973579>

Simon, S., & Campbell, S. (2012). Teacher Learning and Professional Development in Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 307–321). [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_22)

Steiner, D., & Mendelovitch, M. (2017). “I’m the same teacher”: The attitudes of science and computer literacy teachers regarding integrating ICT in instruction

Abella-Peña, L.E. (2021). Las comunidades de desarrollo profesional de profesores y la incorporación de tics para la enseñanza de la química, estado del arte de sus acercamientos conceptuales y conocimientos locales tradicionales. *EDUCyT*, v 2, (1), 49-66.



to advance meaningful learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1259–1282. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00670a>

Suárez-Rodríguez, J. M., Almerich, G., Díaz-García, I., & Rocío, F.-P. (2012). Competencias del profesorado en las TIC: Influencia de factores personales y contextuales. *Universitas Psychologica*, 293–309.

Tondeur, J., Aesaert, K., Pynoo, B., van Braak, J., Fraeyman, N., & Erstad, O. (2017). Developing a validated instrument to measure preservice teachers' ICT competencies: Meeting the demands of the 21st century. *British Journal of Educational Technology*, 48(2), 462–472. <https://doi.org/10.1111/bjet.12380>

Valverde, J., & Viza, L. (2006). Optimización Metodológica De Entornos Telemáticos Cooperativos (Bscw Y Synergeia). *Revista Enseñanza de Las Ciencias*, 26 (1)(7), 93–106.

Villagrà Sobrino, S. (2012). *El desarrollo profesional del profesorado centrado en el uso de rutinas de diseño y prácticas colaborativas con TIC en Educación Primaria*. [Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid] <http://uvadoc.uva.es/handle/54768/5808>

Wang, S. K., Hsu, H. Y., Reeves, T. C., & Coster, D. C. (2014). Professional development to enhance teachers' practices in using information and communication technologies (ICTs) as cognitive tools: Lessons learned from a design-based research study. *Computers and Education*, 79, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.006>