



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO Y MODELOS EN LOS TPL PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN MEDIA: UNA REVISIÓN

Autores. Javier Andrés Esteban-Muñoz, Angélica Natalia Chembi-Vergara, Diana L. Parga L. Universidad Pedagógica Nacional, jaestebanm@upn.edu.co; anchembiv@upn.edu.co; dparga@pedagogica.edu.co

Tema. Eje temático 7.

Modalidad 1. Nivel educativo Educación Media.

Resumen. El presente escrito socializa resultados de una revisión documental del período 2010-2020 en el repositorio institucional de la Universidad Pedagógica Nacional. Esta se centró en analizar trabajos de grado (pregrado y posgrado), realizados alrededor del desarrollo y/o fortalecimiento de habilidades de pensamiento crítico, así como los modelos, empleando los Trabajos Prácticos de laboratorio (TPL), para la enseñanza de la Química (orgánica, inorgánica y Bioquímica) en Educación Media. El propósito fue analizar la tendencia investigativa en lo mencionado dentro de dichos programas de formación de profesores de Química; adicionalmente, el tipo de modelos y habilidades de pensamiento abordados en dichos productos investigativos. La búsqueda, selección, análisis y discusión de resultados, giró en torno a los TPL, las habilidades de pensamiento crítico, las áreas de la Química y los modelos que se han vinculado dentro de los trabajos prácticos experimentales. Frente a la indagación realizada se evidenció un bajo porcentaje de documentos, datos que deben confrontarse con la literatura internacional para identificar posibles causas frente a ello; asimismo, se encontraron múltiples tipos de TPL y gran variedad de modelos inmersos en éstos.

Palabras clave. Enseñanza de la química, habilidades de pensamiento crítico, modelos, Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL).

Introducción

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio o TPL son indispensables en la enseñanza de la Química puesto que posibilitan el desarrollo de habilidades científicas, entre ellas, la resolución de problemas; involucran aspectos teóricos y prácticos desde situaciones en contexto que generan una actitud favorable, activa, propositiva y reflexiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje; a su vez, son una estrategia para comprender algunos fenómenos químicos (Moya, 2017). En este sentido, en los siguientes apartados se presentan aspectos sobre TPL y su clasificación, el pensamiento crítico y sus habilidades y los modelos en la química que estos abordan.

Este estudio se justifica por la necesidad de dar a conocer tendencias investigativas dentro de los programas de formación inicial y continuada de profesores de Química; por otro lado, porque es necesario analizar los tipos de TPL que se han vinculado en los productos investigativos, así como las habilidades de pensamiento crítico y los modelos inmersos en estos; igualmente, las áreas de la química y los conceptos que se pretendieron abordar en las mismas.

Referentes conceptuales

Los Trabajos Prácticos de Laboratorio y su clasificación

De acuerdo con Caamaño (1992), los TPL o trabajos prácticos experimentales, han sido utilizados para adquirir habilidades prácticas, manipulativas, manejo operacional de técnicas experimentales, comprobación, ilustración en cuanto a los

fenómenos biológicos, fisicoquímicos y geológicos, así como leyes/principios del ámbito de la Química. Se expresa que estos, han sido potenciados desde los años 60, período desde el cual se tienen algunos paradigmas hacia su concepción, enmarcados en la perspectiva del descubrimiento: (1) *orientado por el profesor*, correspondiendo a actividades de descubrimiento de leyes, conceptos, hechos; (2) *autónomo*, haciendo énfasis en el proceso de investigación, hacia una “ciencia de los procesos”, en la que estos TPL son actividades encaminadas a procesos científicos tales como la observación, la clasificación, la formulación de hipótesis, la planeación y la ejecución. Lo anterior, manifiesta dicho autor, que este tipo de visiones fueron criticadas por su carácter inductivista, por los bajos niveles de indagación, la no apreciación de los conocimientos previos, las expectativas, la interpretación y validez de las ideas y la ausencia de conflictos conceptuales para generar conciencia de las debilidades de las ideas.

A pesar de estas críticas, las actividades experimentales son de gran importancia en la educación científica, de forma particular en la Química; dado que, permiten el desarrollo de la curiosidad en la comprensión y explicación de los fenómenos contribuyendo a resolver problemas en la cotidianidad. En este sentido, cuando se incorpora el componente experimental en las clases teóricas se ve favorecido el que los estudiantes desarrollen habilidades para la construcción de conocimiento científico (Caamaño, 1992; 2003; Mora y Parga, 2000; López y Tamayo, 2012) en el contexto escolar. Es así como las prácticas de laboratorio favorecen el entendimiento de lo que hacen los educandos y el posterior análisis de los resultados obtenidos, apartando la idea de las estructuras “tipo receta”, que presentan las guías implementadas para este fin. Adicionalmente, posibilitan el desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, puesto que permiten relacionarlas generando situaciones significativas (López y Tamayo, 2012). Frente a la clasificación de los TPL y las características de estos, se retomaron los argumentos expuestos por los autores mencionados aquí, siendo estos consolidados en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los Trabajos Prácticos de Laboratorio TPL.

Categoría	Subcategoría	Descripción
Carácter metodológico	Abierto	Se plantea una situación problema que conduce a la experimentación
	Cerrado “Tipo receta”	Se ofrece todos los conocimientos; bien elaborados y estructurados.
	Semi-abiertos o semi-cerrados	No se facilitan todos los conocimientos. Se motiva a indagar, emitir hipótesis, suponer, a través de situaciones problemáticas.
	Verificación	Lleva a la comprobación o verificación experimental de principios, leyes, constructos teóricos.
	Predicción	Montaje experimental; dado que, llama la atención hacia un hecho, manifestación u ocurrencia.
Objetivos didácticos	Inductivos	Orientados, paso a paso, para el desarrollo del experimento; para la obtención de un resultado con tareas estructuradas.
	Investigativos	Integra a los anteriores TPL. Para complementar la teoría/habilidades manipulativas.
Dentro de una estrategia general de trabajo	Frontales	Se realizan al concluir el abordaje teórico de un tema. Todos los educandos realizan el mismo TPL en su diseño experimental e instruccional.
	Ciclos	Se siguen dimensiones conceptuales, procedimentales y/o actitudinales. Se fraccionan el TPL (subsistemas), de acuerdo con la estructura didáctica del



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Categoría	Subcategoría	Descripción
		curso.
Carácter de realización	Personalizados	Se rota por diversos diseños experimentales; que van de la mano con los contenidos abarcados.
	Temporales	Tiempo establecido; de estricto cumplimiento.
	Semi-temporales o semi-especiales	Límite espacio - temporal. Realización del TPL en determinados ciclos de los temas abordados.
Por su carácter organizativo docente	Espaciales	Informados con antelación.
		Diseñados para dar cumplimiento a los objetivos del curso.
		Se facilitan las orientaciones correspondientes para su realización.
Investigaciones		Actividades dirigidas a vincular y familiarizar el trabajo netamente científico en la resolución de problemas.
	Teóricas	Resolución de problemas teóricos; por ejemplo, establecer la relación entre la presión y el volumen.
	Prácticas	Resolución de problemas prácticos; por ejemplo, materiales para reducir la contaminación.
Experiencias		Actividades prácticas cuyo destino es la familiarización perceptiva sobre los fenómenos del mundo físicoquímico, biológico y geológico (sentir, observar, manipular, oler, etc.).
		Explorar las ideas (observación/interpretación) nuevas ideas.
		Conflictos conceptuales: la experiencia no responde a la expectativa. Evaluar el cambio conceptual en la interpretación de determinados fenómenos.
Experimentos ilustrativos		Actividades destinadas a ilustrar o ejemplificar la comprobación de leyes, relación entre variables, principios, o comprensión de conceptos (apreciar el cambio de la temperatura, ley de Boyle).
		Rescata algunos de los elementos de los TPL experiencias.
Ejercicios prácticos		Desarrollo de estrategias de investigación (tratamiento de datos, diseño experimental y ejecución, control de variables, etc.).
		Desarrollo de habilidades comunicativas (seguir instrucciones, comunicación de resultados, emisión de un informe, etc.).
		Desarrollo de procesos cognitivos científicos (observación, clasificación, inferencia, interpretación). Clasificar, realizar estimaciones, montar un circuito, aplicar métodos de separación.
Experimentos para contrastar hipótesis		Contrastar hipótesis establecidas para la interpretación de fenómenos (confirmar el tiempo de caída de un cuerpo, oxidación de un metal).
		Por ejemplo, comprobación ley Hooke, acción de una enzima sobre tejido, conservación de la masa en reacción química.

Fuente: Elaborado a partir de Caamaño, 1992; 2003; Mora y Parga, 2000; López y Tamayo, 2012.

Del pensamiento crítico (PC) y sus habilidades

Acerca de la conceptualización alrededor del pensamiento crítico, Ennis (1985) lo definió como el pensamiento razonado y reflexivo, el cual se centra en decidir qué creer o hacer, siendo este de orden superior; requiere de aspectos como la metacognición, reflexión, autocontrol y esfuerzo dado que demanda de situaciones en las cuales el individuo se relaciona

con su entorno estableciendo procesos de entendimiento consigo mismo. A su vez, Halpern (2006) menciona que el PC implica el establecimiento de niveles de pensamiento de orden superior que tienen una estrecha relación con el desarrollo de habilidades requeridas en el proceso de enseñanza y aprendizaje; esta autora, generó una prueba que evalúa cinco habilidades del PC, entre las cuales se hayan: toma de decisiones, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad de incertidumbre y prueba de hipótesis, mediante situaciones cotidianas implementando dos tipos de formatos con la opción de preguntas abiertas y cerradas validadas en varias partes del mundo; el doble formato que presenta la prueba permite identificar que el que da respuesta implementa el uso espontáneo de las habilidades y también si recurre a la habilidad cuando se le plantea una situación en la que es necesario usarla.

Asimismo, Facione (2007) expone que el PC está relacionado con inferencias que el individuo realiza de diversas situaciones a partir de representaciones, aspectos teóricos y descripciones las cuales expresan actitudes, experiencias, razones y algunas opiniones, siendo el vehículo para resolver problemáticas de forma coherente; se potencializa el uso de habilidades cognitivas esenciales en el desarrollo del PC, como también la disposición del individuo. Estas se citan en la Tabla 2.

Tabla 2. Habilidades cognitivas del PC propuestas por Facione (2007).

Habilidades cognitivas del PC	Descripción
Interpretación	Precisa la comprensión para explicar, el significado y grado de importancia de las experiencias adquiridas, situaciones, datos, reglas, creencias.
Análisis	Contempla procesos de inferencia entre descripciones, conceptos, preguntas o enunciados con el objetivo de expresar creencias, información, razones u opiniones.
Evaluación	Otorga confiabilidad a los diferentes procesos que se obtiene de las experiencias y percepciones.
Inferencia	Permite extraer aspectos claves para emitir conclusiones mediante la razón.
Explicación	Capacidad de presentar los resultados del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente.
Autorregulación	Poner en común las opiniones y percepciones; corregir desde el razonamiento individual.

Fuente: Elaborado a partir de Facione (2007).

Modelos en la enseñanza de la Química

Los *modelos*, así como los conceptos, han sido y son objeto de trabajo en el ámbito de la Química siendo bastantes útiles y empleados en su enseñanza (Castro, 1992; Tomasi, 1999). Dada la complejidad de los sistemas químicos que se abordan en el aula se ilustran por su sencillez, aproximación con el referente, considerando que tienen unos límites demarcados. Desde el contexto científico, se establecen como construcciones abstractas arbitrarias o sistemas limitados, con respecto a un proceso(s) u objeto(s), que reemplaza un aspecto o fenómeno de la realidad (el cual no es perceptible por los sentidos), con el fin de realizar un estudio por medio de teorías y leyes, presentando ciertas características del sistema objeto y un lenguaje en particular (Castro, 1992; Guevara y Valdez, 2004; Sanabria 2007).

Según esto, el surgimiento de un modelo científico, se da desde un proceso de reducción de la información accesible acerca del sistema objeto o referente; por lo tanto, la construcción generada debe ser comprensible, desde el punto de vista conceptual y/o visual, que conlleve a una fácil interpretación, y que pueda llevar a una aproximación inicial al comportamiento del sistema real que este representa. Sin embargo, dada la multiplicidad de modelos frente a un mismo

sistema referente, abarcan diferentes propiedades debido a las concepciones o la particularización en modelar algunas de ellas (Castro, 1992). Para el planteamiento de un modelo, algunos criterios expuestos por Castro (1992) y Tomasi (1999), se ilustran en la Tabla 3:

Tabla 3. Criterios para el planteamiento de un modelo.

Criterio	Descripción
Auto consistencia	El modelo no puede contradecir los principios universalmente aceptados y las leyes científicas.
Simplicidad	Los aspectos que no son esenciales del sistema-referente entorpecen el empleo del modelo y su significado. Hay que tener un equilibrio entre simplicidad, transparencia, completitud; es decir, un buen modelo debe ser fácil de describir, comprender y aplicar.
Estabilidad	Para no destruir la estructura interna del modelo, es posible introducir modificaciones, complementos, generalizaciones.
Utilidad	El modelo brinda información, predicciones, correlaciones, acerca de las propiedades que busca esclarecer y que no se han introducido explícitamente en la elaboración.
Generalidad	Un modelo debería permitir la identificación de conexiones y vínculos, que no son evidentes en su elaboración, entre diferentes referentes.
Matematicidad	Todo <i>modelo</i> debe ser matematizable; en el sentido de poder cuantificar sus predicciones, interpretaciones y correlaciones.

Fuente: Elaborado a partir de Castro (1992) y Tomasi (1999).

De acuerdo con Castro (1992), Tomasi (1999), Guevara y Valdez (2004) y Sanabria (2007), los modelos pueden ser clasificados en materiales y abstractos; ambos pueden ser icónicos, analógicos y simbólicos. Para los componentes de los modelos de la química, se tienen: material, físico, matemático e interpretativo. La Tabla 4, resume las características de estos.

Tabla 4. Tipología de los modelos y componentes de los modelos de la Química.

Modelo	Descripción
Tipología	Iconográficos Basados en la semejanza en forma con el referente u objeto; representados por diagramas, dibujos, gráficos. Preservan aspectos en forma del sistema objeto; se da énfasis en sus propiedades funcionales o de comportamiento.
	Analógicos Práctico para explicar el comportamiento de un sistema u objeto; representa asociaciones con fenómenos del entorno.
	Simbólicos Se basa en la analogía funcional con la de forma con el objeto; modelos abstractos; campo específico de los modelos matemáticos.
Materiales	Tienen diferentes aplicaciones; siendo citados en diversos campos de las actividades humanas al escrutinio científico: arquitectura, ingeniería, física. Pueden ser modelos iconográficos, analógicos, abstractos.
	Corresponden a la porción real del material; en la que se observa un determinado fenómeno o una simplificación de éste.



Modelo	Descripción	
Abstractos	Desarrollados por el constante impulso de las disciplinas hacia una mayor "formalización matematizada". En la Química hay más modelos aquí que los materiales. <i>Pueden ser modelos iconográficos, analógicos, abstractos.</i>	
Material	Corresponde a la porción real del material en la que se observa un fenómeno o una simplificación de éste. Por ejemplo: reacción química (dos moléculas que interactúan y se presentan choques). Los aspectos físicos del modelo consideran las interacciones físicas del objeto.	
Componente	Físico	Interacciones entre componentes del modelo material o interacciones exteriores (por ejemplo: interacciones electrostáticas).
	Matemático	Características matemáticas, métodos, aproximaciones para describir cuantitativamente. Hay interacciones físicas en el modelo material (por ejemplo: los cálculos de la mecánica cuántica).
Interpretativo	Colecciona todos los aspectos del estudio que son usados para la interpretación de la aplicación del modelo matemático al modelo material.	
Lingüístico	Palabras que representan una porción de la naturaleza o fenómenos.	

Fuente: Elaborado a partir de Castro (1992), Tomasi (1999), Guevara & Valdez (2004) y Sanabria (2007).

Referente metodológico

La investigación desarrollada fue *cualitativa*, con alcance *exploratorio-descriptivo* (Hernández *et al.*, 2014). Aquí se muestran los resultados de la revisión documental para el periodo 2010-2020 en el repositorio institucional de la Universidad Pedagógica Nacional, de los trabajos de grado de la Licenciatura en Química, y sus posgrado (Maestría en Docencia de la Química y Doctorado en Educación), frente al fortalecimiento de habilidades del pensamiento crítico utilizando los TPL en la enseñanza de la Química orgánica, inorgánica, y Bioquímica en Educación Media. Esto permitió analizar la tendencia investigativa en dichos programas de formación de profesores de Química. En el proceso, se hallaron y seleccionaron siete productos investigativos y su análisis giró en torno a los aspectos mencionados y los modelos que se han utilizado dentro de los TPL.

Se definió un tesoro para la búsqueda en español e inglés relacionada con las variantes dadas por los referentes. Ejemplo de estas son Educación Media, habilidades, pensamiento crítico, TPL. Para la selección de los productos investigativos, se revisó el título, las palabras clave y el resumen; posteriormente, se realizó una sistematización en cuanto a las especificaciones y su contenido; su análisis y discusión se realizó alrededor de los tipos de productos investigativos, las propuestas educativas formuladas, las líneas/grupos de investigación; el grado educativo al que iba dirigida la intervención educativa, el área y el componente conceptual de la Química, los TPL (la cantidad, la clasificación y los tipos de modelos); por último, las habilidades de pensamiento crítico inmersas y su forma de evaluación.

Resultados y discusión

Según la Tabla 5 (ver Anexo), son siete los productos investigativos seleccionados de conformidad con los criterios mencionados; para los trabajos de pregrado están uno del 2015 y 2019 y dos del 2018; en estos, las propuestas correspondieron a unidades didácticas (UD) y secuencias de actividades (SA); para las tesis de grado de maestría, fueron dos del 2016 y uno del 2017, productos realizados en torno al diseño e implementación de SA, trabajos prácticos y una UD. Todas las anteriores, dirigidas al fortalecimiento del pensamiento crítico y/o sus habilidades usando TPL, alrededor de

conceptos umbrales en la enseñanza de la Química en Educación Media. Frente a las líneas y/o grupos de investigación en los cuales se realizaron los trabajos, se encuentran Didáctica y sus ciencias, IREC; Naturaleza de las ciencias y diversidad cultural con enfoque de género.

Frente a ello, se infiere que las investigaciones en la formación inicial de profesores del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional concernientes al fortalecimiento y/o desarrollo de las habilidades del PC abordando los TPL comenzaron a establecerse desde 2015 hasta 2019. Para el caso de la formación posgradual (Maestría en Docencia de la Química), empezaron desde 2016 hasta 2017. Adicionalmente, no se evidenciaron trabajos doctorales que trabajaran alrededor de lo expuesto anteriormente. Dada esta revisión bajo la delimitación espacio-temporal tomada, se podría manifestar que hay una baja cantidad de productos investigativos en cuanto a lo expresado aquí, dentro de dichos programas de formación inicial y continuada de profesores de Química; asimismo, este tipo de temas se podrían convertir en un foco investigativo apoyados en las líneas/grupos de investigación citados anteriormente, dada la importancia de los TPL, las habilidades de PC en el nivel educativo mencionado.

La Tabla 6 (ver Anexo) detalla la matriz de análisis documental desde los referentes citados (cuyos planteamientos se consolidaron en las Tablas 1 y 4); es así que, dos trabajos se enmarcaron dentro de la Química inorgánica, tres en la orgánica, uno en bioquímica, y uno combinaba estos dos últimos; dentro del componente conceptual y/o metodológico se abordaron la fisiología humana, química de los alimentos, proteínas, aminoácidos, reacciones químicas inorgánicas y orgánicas, ácidos grasos, equilibrio químico, entre otros.

Para el caso de los TPL planteados en las propuestas, se encontraron desde 2 hasta 18 trabajos prácticos experimentales, que de acuerdo con la Tabla 6 se clasificaron en: cerrados “tipo receta”, inductivos, por ciclos, temporales, semi-temporales, semi-abiertos, investigativos, frontales, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, experiencias. Respecto a los modelos, según la Tabla 4, se tienen: *iconográficos* (uso de diagramas, gráficos, curvas de calibración, proyecciones tipo esqueleto, Fisher, de cuñas, representaciones de los tipos de enlace-sencillo, doble, triple-dibujos de las reacciones químicas); *matemáticos* (porcentaje de un analito e interpretarlo); *simbólicos* (elementos químicos de los macro y micronutrientes, propiedades físicas, punto de ebullición y fusión, flechas de las reacciones químicas); *analógicos* (la humedad representada por la cantidad de agua, los pigmentos naturales imparten color como los tintes certificados por la FDA); *materiales* (uso de modelos moleculares). Sobre el pensamiento crítico y sus habilidades, los autores de las investigaciones trabajaron con resolución de problemas, argumentación, razonamiento inductivo-deductivo, comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, toma de decisiones. La Figura 1 (ver Anexo) deja ver algunos modelos reportados dentro de los TPL.

Lo anterior evidencia gran variedad de TPL estructurados y aplicados en Educación Media para abordar conceptos estructurantes objeto de estudio de la Química. Frente a este último aspecto, la vinculación de los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza de ramas como la Química orgánica, la bioquímica y la inorgánica son de bastante importancia dado que le permiten al profesor en ejercicio ilustrarles a los educandos conceptos de gran abstracción. En suma, la multiplicidad de modelos que fueron articulados a los TPL, como forma de mostrarles a los educandos los principios y leyes científicas que gobiernan los conceptos químicos, las conexiones y vínculos entre estos, de una forma “material”, analógica, simplificada, completa, consistente, coherente y matematizable; haciendo la salvedad que el profesor en ejercicio debe aclararles a los estudiantes que estas son representaciones de un sistema químico intangible.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados, en el desarrollo de trabajos de grado, tesis de posgrado, en los programas de formación inicial y posgradual de profesores de la universidad seleccionada, se evidenció un bajo porcentaje de documentos, estos datos se deben confrontar con la literatura internacional para identificar causas de este bajo porcentaje.

Respecto a los TPL, se observó la incidencia en el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico, entre las cuales se encuentran la argumentación, la resolución de problemas, la toma de decisiones, entre otras; estos TPL son un recurso importante porque permiten establecer relaciones con situaciones problemáticas en contextos de tipo práctico y su posterior resolución, hacia la generación de un conocimiento crítico y a su vez reflexivo. Asimismo, se halló una multiplicidad de estos en los productos investigativos, clasificándose en: tipo receta, inductivos, ejercicios prácticos, experimentos ilustrativos, investigativos, etc. Por último, se observaron modelos iconográficos, simbólicos, matemáticos, analógicos y materiales que se abordan dentro de los TPL para la enseñanza de la Química orgánica, inorgánica y Bioquímica en Educación Media.

Referencias bibliográficas

- Antolinez, D.; Santoyo, J. y Rico, J. (2015). *Unidad didáctica para el fomento del pensamiento crítico hacia el manejo de aguas del río pesca (Boyacá), desde un enfoque (CTSA)*. Trabajo de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2260>
- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, 9, 61-68.
- Caamaño, A. (2003): Los trabajos prácticos en ciencias. *Enseñar Ciencias* (95-118). Barcelona: Editorial Graó.
- Castro, E. (1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 73-79.
- Chacón, J. y Martínez, N. (2016). *Reacciones químicas: una propuesta de trabajo práctico desde la resolución de problemas* (Tesis de grado de Maestría), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/284>
- Ennis, R. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills, *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Facione, P. (2007). *Update. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. http://www.insightassessment.com/pdf_files/what&why2007.pdf
- García, L. y Rojas, A. (2016). *Situaciones problemáticas experimentales, en el desarrollo de competencias científicas como eje articulador el equilibrio químico* (Tesis de grado de Maestría), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/291>
- González, A. (2018). *Pensamiento crítico y la enseñanza de la bioquímica una estrategia con insectos comestibles* (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá, Colombia. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11287/TE-22704.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

- Guevara, M. y Valdez, R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*, 15(3), 243-247.
- Halpern, D. (2006). *Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations (HCTAES)*.
<https://sites.google.com/site/dianehalperncmc/home/research/halpern-critical-thinking-assessment>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. México DF, México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Moya, P. (2017). La resolución de problemas a través de trabajos prácticos de laboratorio como estrategia para el aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de décimo grado de Educación Media. *Revista del sistema de práctica pedagógica y didáctica*. 56, 41-49.
- Mora, W.M. y Parga, D.L. (2000). Los trabajos prácticos de laboratorio. *Distritalia: investigación en pedagogía*, 2(1).
- López Rúa, A.M.; Tamayo Álzate, O.E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- Perdomo, S. y Alonso, J. (2019). *Producción de alimentos que contienen ácidos grasos trans ¿perjuicio o beneficio a quién?: una cuestión socio científica para fortalecer la argumentación* (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/10844/TE-23557.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, H. (2017). *Enseñanza de los conceptos carbohidrato, proteína y lípido: una estrategia didáctica centrada en la química cotidiana y los trabajos prácticos de laboratorio* (Trabajo de pregrado), Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/9461/TO-21399.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romo, J. (2018). *Fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico: una secuencia de actividades para la enseñanza de la fitoquímica a partir de pigmentos naturales* (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11290/TE-22701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanabria, Q.; Pérez, R.; Gallego, R. (2009). Modelos sobre las Disoluciones Electrolíticas en la Formación Inicial de Profesores. *Formación universitaria*, 2(5). 10.4067/S0718-50062009000500006
- Tomasi, J. (1999). Towards 'chemical congruence' of the models in theoretical chemistry. *HYLE – An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, 5, 79-115. <http://www.hyle.org/journal/issues/5/tomasi.pdf>

Anexos

Tabla 5. Especificaciones de los productos investigativos seleccionados.

Año	Tipo de trabajo	Programa académico	Autores	Título	Tipo de propuesta educativa	Palabras clave	Línea/Grupo de investigación
2015	Trabajo de Pregrado	Licenciatura en Química	Antolínez López, Deysy Lorena; Santoyo Panche, Jenny Carolina; Rico Cuellar, Jenyffer Carolina	Unidad didáctica para el fomento del pensamiento crítico Hacia el manejo de aguas del río pesca (Boyacá), desde un Enfoque (CTSA).	Unidad didáctica	Unidad didáctica, Pensamiento crítico, Argumentación, CTSA, Río Pesca y Análisis Físicoquímico.	Aprendizaje, Saberes en Aplicaciones Reales-QUASAR
2018			González, Alexander	Pensamiento crítico y la enseñanza de la bioquímica una estrategia con insectos comestibles	Secuencia de actividades	Pensamiento crítico, Argumentación crítica. Bioquímica, Pencilal, Habilidades de pensamiento crítico.	Naturaleza de las ciencias NdC y diversidad cultural con enfoque de género
2018			Romo Carlosama, Juan Danilo	Fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico: una secuencia de actividades para la enseñanza de la fitoquímica a partir de pigmentos naturales	Secuencia de actividades	Pensamiento crítico Pigmentos naturales Solución de problemas Especies vegetales	Didáctica y sus ciencias
2019			Alonso Tinoco, Jennifer; Perdomo Rodríguez, Sharon Alejandra	Producción de alimentos que contienen ácidos grasos trans ¿perjuicio o beneficio a quién?: una cuestión socio científica para fortalecer la argumentación	Unidad didáctica	Enseñanza de la química; Educación de jóvenes y adultos; Argumentación Hábitos alimenticios; Ácidos grasos trans; pensamiento crítico.	No se especifico
2016	Tesis de grado de Maestría	Maestría en Docencia de la Química	Chacón Jairo, Martínez Natalie	Reacciones Químicas: Una propuesta de trabajo práctico desde la resolución de problemas	Trabajos Prácticos	Reacción química, Resolución de problemas, Macroscópica, Microscópica, Simbólica.	Didáctica y sus ciencias
2016			García Leyan, Rojas Alejandra	Situaciones problemáticas experimentales, en el desarrollo de competencias científicas como eje articulador el equilibrio químico	Unidad didáctica	Competencias científicas, Situaciones Problemáticas Experimentales, Guía de actividades, Equilibrio Químico.	Didáctica y sus ciencias
2017			Rodríguez Bohórquez, Héctor Daniel	Enseñanza de los conceptos carbohidrato, proteína y lípido: una estrategia didáctica centrada en la química cotidiana y los trabajos prácticos de laboratorio.	Secuencia de actividades	Química cotidiana, Química orgánica - Enseñanza - Aprendizaje, Secuencia didáctica, Química - Conceptos, Trabajos prácticos de laboratorio, Prácticas de laboratorio Estrategia didáctica	IREC

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Matriz de análisis documental de los productos analizados.

Citación	Grado de la educación media hacia el que dirigió la investigación	Química				TPL			Habilidades del pensamiento crítico				
		Inorgánica	Orgánica	Bioquímica	Componente conceptual / metodológico que abordó	Cantidad	Clasificación según la Figura 1	Tipos de modelos abordados según la Figura 4	Cantidad seleccionadas	Cuáles se seleccionaron	Indicadores para el desarrollo de la habilidad	Cual se desarrolló y/o fortaleció más	Cual se desarrolló y/o fortaleció menos
González (2018)	11			X	Bioquímica, fisiología humana, Química de los alimentos, proteínas, aminoácidos, grasas, soberanía alimentaria.	3	1 tipo experiencia, 1 experimento ilustrativo, 1 ejercicio práctico. Tipo receta; inductivos; semi-temporal y semi-espacial.	<i>Iconográficos</i> (diagramas y gráficos, curva de calibración); <i>matemáticos</i> (determinar el porcentaje de un determinado analito) e interpretar; <i>simbólicos</i> (micro y macronutrientes-elementos químicos); <i>Analógicos</i> (la humedad representada por la cantidad de agua).	6	Razonamiento deductivo, R. inductivo, R. práctico, toma de decisiones, solución de problemas y argumentación.	Evaluación de proposiciones, argumentos; sólidos, coherencia y calidad del argumento y la información.	Argumentación	No se específico
Alonso y Perdomo (2019)	11		X		Ácidos grasos trans (estructura química, propiedades físico-químicas), lectura de etiquetas nutricionales,	3	1 ejercicio práctico; 1 experimento ilustrativo; 1 investigativo-comprobar hipótesis. De verificación, investigativo, por ciclos, semi-temporal y semi-espacial.	<i>Iconográficos</i> (proyecciones esqueleto, Fisher, de cuñas, representaciones de los tipos de enlace); <i>simbólicos</i> (elementos químicos, propiedades físicas: punto de fusión, ebullición, aumento de la cadena hidrocarbonada); <i>analógicos</i> (el colesterol es una sustancia cerosa parecida a una grasa)	1	Argumentación	Comprensión de los argumentos, las descripciones; argumenta con datos, conclusiones y garantías. Adicionalmente, utiliza cualificadores, respaldo teórico.	Hasta un nivel 4 (comprensión de argumentos con datos, conclusiones, garantía)	No se específico
Romo (2018)	11		X		Fito química, colorantes naturales, pigmentos naturales, flavonoides, antocianinas, carotenos, grupos cromóforos.	2	1 experiencia; 1 experimento ilustrativo. Cerrado "tipo receta", inductivo, frontal, temporal.	<i>Iconográficos</i> (proyecciones esqueleto, Fisher, de cuñas, representaciones de los tipos de enlace, diagramas de flujo); <i>simbólicos</i> (elementos químicos, propiedades físicas: punto de fusión, ebullición, aumento de la cadena hidrocarbonada); <i>analógicos</i> (los pigmentos naturales imparten color como los tintes-certificados por la FDA)	5	Comprobación de hipótesis, razonamiento verbal, análisis de argumentos, probabilidad y de incertidumbre, la toma de decisiones y solución de problemas.	Generación de opiniones razonables; interpretación correcta de la información para clasificarla y relacionarla; comunicación clara y argumentada.	Argumentación y solución de problemas.	Razonamiento verbal (argumentos pocos coherentes)
Rodríguez (2017)	11		X		Carbohidratos, proteínas, lípidos.	3	Ejercicios prácticos. Cerrado, "tipo receta", inductivo, frontales, temporales, espaciales.	<i>Iconográficos</i> (diagramas de flujo); <i>simbólicos</i> (elementos químicos, flechas de reacción de reversibilidad).	1	Argumentación	Construcción de argumentos sólidos, fundamentados y articulados con los conceptos umbrales.	La SD favoreció la descripción, argumentación y proposición frente a los conceptos.	No se específico



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Chacón. J. y Martínez. N (2016)	10	X			Reacciones Químicas	2	1. Experiencia. 1. Experimento Ilustrativo. Ejercicio Práctico. Tipo Receta: Inductivos. 1. Por su carácter metodológico: Semi-abiertos o Semi-cerrados 2. Por sus objetivos didácticos: De Investigación. 3. Dentro de una estrategia general de trabajo: Frontales. 4. Por su carácter de realización: Temporales. 5. Por su carácter organizativo docente: N/A.	Iconográficos (representación de las reacciones por medio de dibujos); simbólicos (uso de símbolos para representación de reacciones) Modelos Material. Modelo Interpretativo.	1	Resolución de problemas	Caracterización de la muestra. Prueba de ideas previas. Taller de conceptualización, Trabajo práctico.	Resolución de problemas	No se especificó
García.L, Y Rojas.A.(2016)	10	X			Equilibrio Químico	7	1. Semi-abiertos o Semi-cerrados. 2. De Investigación. 3. Frontales. 4. Semi-temporales / Semi-espaciales. 5. N/A.	Iconográficos (representación de las reacciones por medio de dibujos); simbólicos (uso de símbolos para representación de reacciones) Modelos Matemático. Modelo interpretativo.	1	Resolución de problemas	1. Dimensión Conceptual. 2. Dimensión Metodológica. 3. Dimensión Actitudinal. 5. Dimensión Integrada.	Resolución de problemas	No se especificó
Antolínez. D. Santoyo. Rico. J. (2015)	11	X	X		Análisis de Parámetros Físicoquímicos del Agua	18	1. Cerrados ("Tipo Receta"). De verificación 2. Inductivos. 3. Por Ciclos. 4. Temporales. 5. N/A.	Iconográficos (representación de las reacciones por medio de dibujos); simbólicos (uso de símbolos para representación de reacciones) Modelos Material. Modelo Matemático. Modelo interpretativo.	2	Resolución de Problemas Argumentación	Diseño de unidad didáctica. Discusiones en torno a la calidad de los recursos hídricos que promueva el cuidado y conservación del Río Pesca	Argumentación	Resolución de Problemas

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Algunos modelos presentes en el desarrollo de TPL reportados en los productos investigativos seleccionados.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

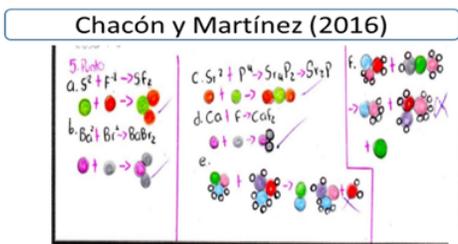
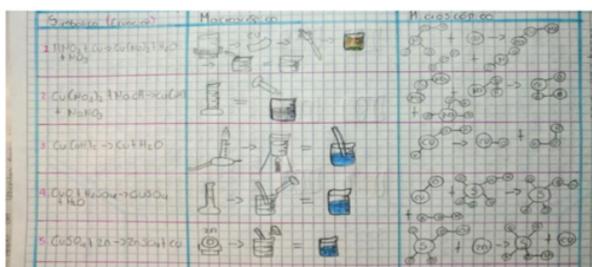
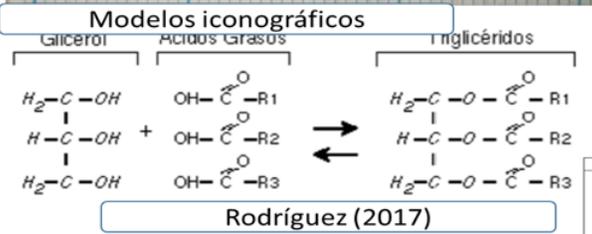
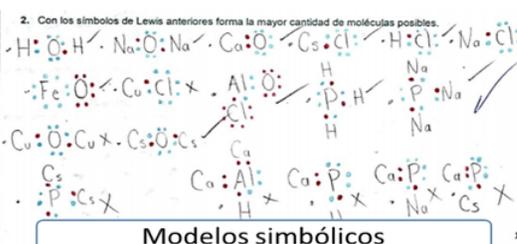


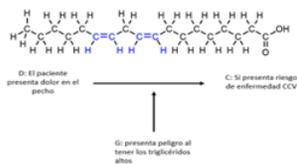
Imagen 6. Representación gráfica de algunas reacciones químicas.



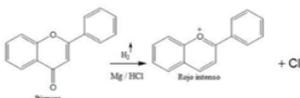
Rodríguez (2017)



Figura 22. Ácido Linoleico



1. Reacción de Shinoda:



Nombre	Descripción	Estructura Base	Ejemplos
Antocianidinas	Tiene un grupo -OH unido en posición 3, pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C.		Cianidina, Peonidina, Delindina

Romo (2018)

1. Ustedes hacen parte del equipo médico de una entidad prestadora de salud (EPS) y a sus consultorios llega un paciente con la siguiente historia clínica. Su misión como grupo de doctores es dar juicio respecto a lo que padece el paciente para tomar la mejor decisión y dar tratamiento. Éxitos

Nombre:	Edad:	Primer caso clínico
Maria	41	Sexo: F
Hábitos de ejercicio:	Ninguno	Estatura: 1,70 cm
		Peso: 67 Kg
		Presión Arterial: 122/71 mm Hg
Razón por la que hace consulta:	Acude solicitando un análisis de colesterol. Hace varios años le detectaron cifras elevadas de colesterol, y siguió tratamiento de forma irregular hasta hace dos años. La paciente asegura, consumir mucha harina, lácteos, consume frutas una vez a la semana y alimentos con altos niveles de grasa (alimentos de paquete y comida rápida). Usa margarina para saborizar los alimentos.	
Antecedentes familiares:	Hermano falleció por infarto de miocardio	

González (2018)

Modelos analógicos

Alonso y Perdomo (2019)

Fuente: Elaborado a partir de Chacón y Martínez (2016), Rodríguez (2017), Romo (2018), González (2018), Alonso y Perdomo (2019).