



Revista *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Año 2021; Número **Extraordinario**. ISSN 2619-3531. *Memorias V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 23 y 24 de septiembre de 2021. Modalidad virtual.

**Estrategia didáctica sobre la enseñanza contextualizada del concepto de isomería en la química orgánica del siglo XIX desde una mirada histórica, filosófica y epistémica de la ciencia: Un cambio de perspectiva para licenciados en química**

DANNA MARCELA HERRERA BELTRÁN

[dmherrerab@correo.udistrital.edu.co](mailto:dmherrerab@correo.udistrital.edu.co)

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Línea temática: Historia, Filosofía y Sociología de la Ciencia y Naturaleza de la Ciencia

Modalidad: 6

### **Resumen**

La historia y la epistemología de las ciencias, contribuyen en el campo de la didáctica de las ciencias, a desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje que contextualizan y humanizan la ciencia, mejorando su comprensión entre el estudiantado. Por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación es diseñar y aplicar desde los principios constructivistas, una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de isomería por medio de un enfoque histórico-epistémico, por medio del cual se desarrolló un de trabajo de aprendizaje cooperativo donde participó un profesor de química en formación inicial y un profesor de química en ejercicio, obteniendo como producto el diseño de unidades didácticas contextualizadas, desde las cuales se evidencien los cambios de perspectiva frente a la ciencia y su enseñanza en el saber y el saber hacer didáctico de cada una de las docentes participantes.

### **Palabras clave**

Naturaleza de las ciencias, historia y epistemología de las ciencias, didáctica de las ciencias, docentes, isomería.

### **Objetivos**

- Elaborar un análisis epistemológico en perspectiva lakatosiana a partir de la reconstrucción histórica del concepto isomería en el campo de la química orgánica del siglo XIX.
- Diseñar y aplicar a profesores de química en formación y en ejercicio, una secuencia de actividades virtuales que propicien reflexiones didácticas constructivistas en torno a las implicaciones en la enseñanza del concepto de isomería en química orgánica a partir de una interpretación histórica y epistemológica de las ciencias.
- Analizar el cambio de perspectiva conceptual y didáctica que manifiestan los profesores que participan en la investigación a partir del análisis de la unidad didáctica elaborada y de las opiniones de los profesores en relación con el sentido de la actividad docente como práctica profesional.

### **Marco Teórico**

### **Historia y filosófica en los procesos de enseñanza y aprendizaje constructivista**

La teoría constructivista enuncia que un aprendizaje es eficaz cuando los estudiantes son capaces de generar nuevos conocimientos partiendo de las preconcepciones, estableciendo un eje de transformación en la enseñanza y en especial en la enseñanza de las ciencias al señalar el proceso de enseñanza como un proceso del docente y el estudiante en conjunto, integrando tanto de las investigaciones en los diferentes aspectos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, como de las aportaciones procedentes del campo de la epistemología y la sociología del aprendizaje. La enseñanza de la Ciencias desde el modelo constructivista se asocia con la HC, de tal forma que el docente genera estrategias para que los estudiantes interpreten y analicen aspectos del complejo proceso de evolución del conocimiento científico en diferentes momentos históricos en campos científicos, culturales y sociales. Este enfoque puede contribuir a mejorar notablemente la imagen de la Ciencia que tienen algunos estudiantes y, en consecuencia, constituir un elemento motivador para su estudio y que ayude a superar algunas visiones tópicas y erróneas que circulan en las concepciones de los estudiantes y de la Sociedad.

La historia y filosofía de la ciencia en el campo de un proceso de aprendizaje constructivista impide la división tradicional de la división del conocimiento en áreas temáticas inconexas, lo cual adecua espacios de enseñanza transversal e integral, y al generar su propio conocimiento dejará de lado la visión inductiva que incita a pensar que la Ciencia consiste en verdades incontrovertibles (Gutiérrez et al, 2012), favoreciendo que alumno comprenda el proceso de construcción científica. Enseñar desde un enfoque histórico implica procesos de pensamiento complejos, no es enseñar "datos" finitos memorísticos, esta perspectiva permite la interpretación de los contenidos, intensificando la creatividad para un pensamiento crítico, ayudando a comprender desde que la humanidad empezó a entender los fenómenos naturales hasta la posterior transformación de las distintas teorías o hipótesis para dar la interpretación a los mismos

A través de los modelos expresados por Gilbert y Watts (1993) como sucede en el desarrollo histórico, el alumno debe de hacer el esfuerzo de construir una nueva idea, presentarla a los demás, defenderla de las críticas y evaluarla frente a otras posibilidades, agrupando experiencias o ejemplos en ideas pasadas y presentes logrando desarrollar predicciones y explicaciones, en el modelo sobre nuevas experiencias, y una mayor sencillez de la nueva explicación en el modelo catastrófico; en el modelo paso a paso que implica la resolución de problemas en la construcción de nuevo conocimiento y el modelo evolutivo que por medio nuevas ideas, motivaciones o restricciones de medio medían los tiempos de resolución de un problema o los tiempos de aprendizaje de un tema.

### **Análisis Lakatosiano del concepto de isomería en el marco de la estereoquímica orgánica**

Durante el siglo XX se le dio una nueva connotación al estudio de la realidad científica (Dushl, 1997) que conllevó a una distinción social al proceso científico; como respuesta a esto nacen

los programas de investigación científica de Lakatos, en la que se presentan los programas como una opción viable para la concepción y organización de la acción investigativa

El programa establecido por Lakatos se compone de una Unidad Descriptiva de los grandes logros científicos, considerada también como Unidad de Análisis Epistemológica constituida por una secuencia de teorías científicas con continuidad espacio-temporal que relaciona a todos los participantes estableciendo modificaciones (nuevas versiones) del plan inicial. Dicha unidad se compone en principio por un núcleo firme que es estable y se rodea de hipótesis generales, teorías o enunciados universales que han sido aceptados y consolidados. Estos elementos son rodeados por un cinturón protector, esta parte dinamiza el programa, en él se encuentran las hipótesis auxiliares que complementan el núcleo, así, encontramos enunciados observacionales, supuestos subyacentes.

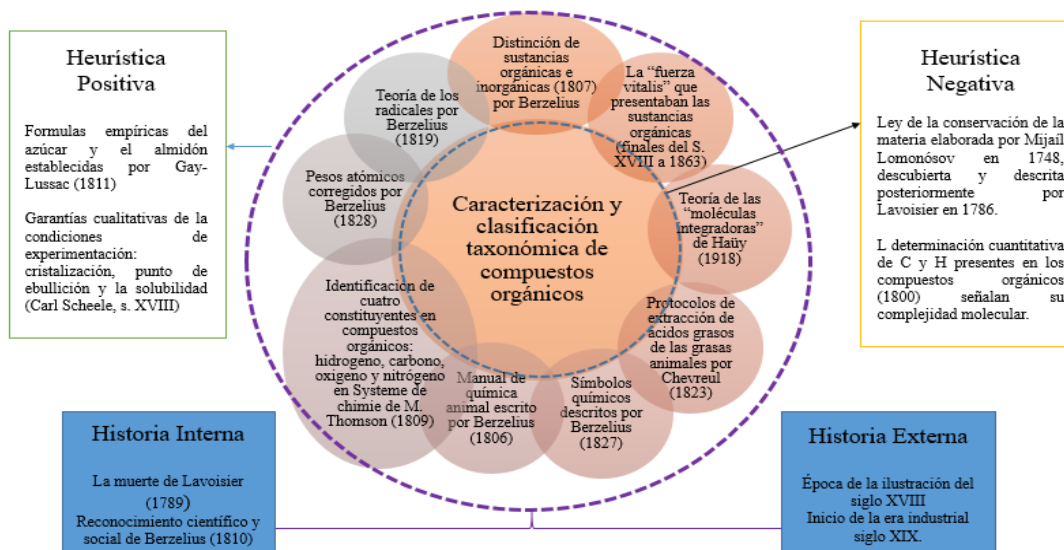


Diagrama 1. Programa de investigación de la caracterización y clasificación taxonómica de compuesto orgánicas vigentes hasta 1824 (Elaboración propia).

El primer programa de investigación planteado establece la perspectiva epistemológica vigente hasta el año 1824, previo a los resultados experimentales de Liebig y Wöhler que dieron origen al isomerismo, que señala los fundamentos teóricos y experimentales empleados por los científicos para tipificar las sustancias orgánicas hasta el momento aisladas y analizadas mediante la determinación de su contenido en carbono e hidrógeno descrito por Antoine Lavoisier en su libro "*Traité elementaire de chimie*" publicado en 1789 y por medio su comportamiento químico como se evidencia en los protocolos elaborados por Michael Chevreul en 1823 sobre la extracción de ácidos grasos de las grasas animales (Bensaude & Stengers, 1997), expuestos en su obra "*Considérations générales sur l' analyse organique*" publicada en 1814, en la que discute las metodologías de purificación de compuestos orgánicos y a su

identificación mediante el uso de punto de ebullición, en beneficio del crecimiento industrial latente de los inicios del siglo XIX.

De esta manera, en la evolución del concepto de isomería, observada desde una perspectiva lakatosiana, se establece un programa progresivo, que supera el programa anterior y presenta como núcleo fuerte el concepto de isomería, instaurado por Berzelius (1830) como la existencia de sustancias que presentan los mismos átomos sustituyentes, pero con propiedades químicas y cristalográficas diferentes dadas por su organización estructural (Brock, 1992; Bensaude y Stengers, 1997).

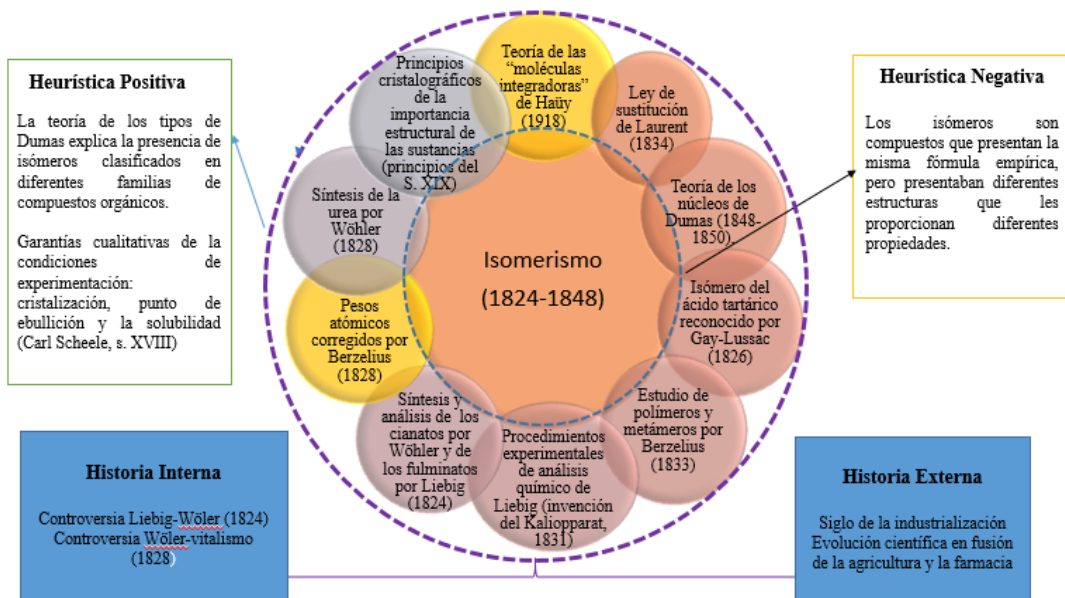


Diagrama 2. Programa de investigación del isomerismo correspondiente del año 1824 a 1848 (elaboración propia).

Presenta dinámica de cambio frente a los modelos teóricos que explicaban la estructura molecular, como lo es la teoría de los tipos en 1815, que no podía dar razón de la presencia de dos sustancias isoméricas, ya que se basaba en el dualismo electroquímico que explicaba el comportamiento de muchas sustancias inorgánicas; en 1834 surge la ley de la sustitución como producto del trabajo doctoral de Laurent y genera un modelo teórico unitario, creando las bases para la teoría de valencia que entre 1850 y 1860 dan inicio a la estereoquímica que centro el estudio de las sustancias orgánicas en su organización molecular que corresponde a una nueva incorporación de hipótesis auxiliares. Dichas ideas protegen cada vez más el núcleo firme, brindándole validez teórica y experimental gracias a la labor científica en los campos de la óptica, la cristalografía, la estereoquímica y el análisis químico cualitativo y cuantitativo. El programa de investigación de isomerismo señala varias interacciones socio-científicas, como las controversias científicas existentes entre Liebig y Wöhler alrededor de la síntesis de fulminatos y cianatos, o la búsqueda de ejemplos de sustancias isoméricas que llevo a Wöhler ante todo pronóstico de Berzelius y los demás científicos vitalistas, a sintetizar un compuesto



orgánico (la urea) por medio de sustancias inorgánicas, lo cual generó toda una oleada de síntesis orgánicas que propiciaron la culminación del vitalismo con el libro de síntesis de compuestos orgánicos (“La chimie organique fondée sur la synthèse”) escrito por Berzelius en 1865.

Por otro lado, el programa de investigación del isomerismo muestra la conexiones entre el procesos científicos en función del crecimiento agrícola, y el inicio y desarrollo de la industria alimenticia, la cual en principio se basaba en solicitar asesoría y análisis frente a la calidad de los productos, llegando finales del siglo XIX a capacitar y contratar científicos que enfocaran sus trabajos investigativos en función de la productividad de la empresa como se evidencia en el diagrama 3 (Bensaude y Stengers, 1997; Brock, 1992; Lockemann, 1960; Ramberg, 2003; Leicester, 1940; Brown, 1864).

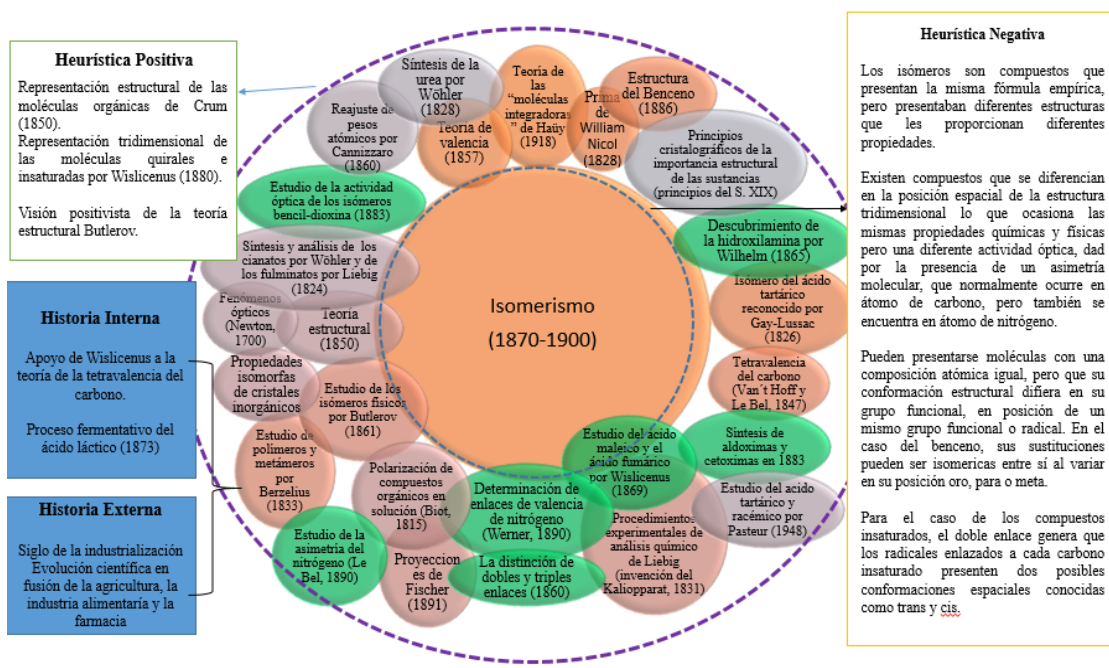


Diagrama 3. Programa de investigación del isomerismo a finales del siglo XIX (elaboración propia).

### Metodología

El proceso metodológico se basa en la **investigación cualitativa** que intenta acercarse a la realidad social a partir del uso de datos no cuantitativos y enfatiza en la experiencia social y cómo se le da significado. La validez y la confiabilidad se buscan en la investigación cualitativa mediante la triangulación de métodos o al contar con la opinión de uno o más investigadores en la interpretación de los resultados (Vasilachis, Ameigeiras, Chernobilsky, Giménez, Mallimaci, Mendizábal, Neiman, Quaranta & Soneira, 2006).

Se empleará como tipo de investigación el **estudio de caso** que examina un problema humano o social. De igual manera, se empleó un **estudio fenomenológico** de la diversidad de significados otorgados y posiciones abarcadas por el «estudio de caso» que cubre un amplio espectro de enfoques (Vasilachis et, al,2006). Se abordará al docente desde lo particular, priorizando el caso único, donde la efectividad de la particularización reemplaza la validez de la generalización (Stake, 1995). Enfatizando el proyecto de investigación desde la **observación participante** del desarrollo de cada una de las sesiones sincrónicas, vinculando en el análisis las formas de observación y las modalidades de interacción (Vasilachis et, al, 2006), con el cuestionario y entrevista utilizados para caracterizar a cada una de las docentes participantes al inicio y el final de la implementación de la estrategia didáctica planteada.

El presente trabajo emplea como **población de estudio** a profesores en formación de licenciatura en química y licenciados en ejercicio. De forma específica a una docente en ejercicio del colegio I.E.D Carlos Arango Vélez y una docente en formación de últimos semestres de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas del proyecto curricular de licenciatura en química.

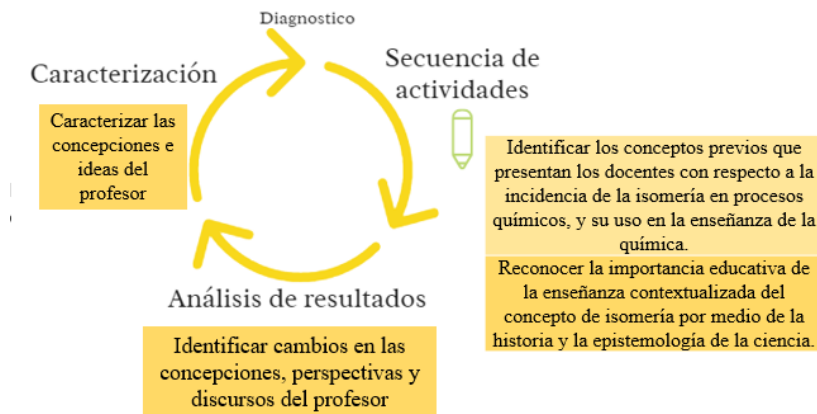


Diagrama 4. Esquema de las etapas de la investigación con sus respectivos objetivos.

La **propuesta didáctica** se basa como se evidencia en el diagrama 4, en la una etapa de caracterización inicial, mediante la cual se establecen las ideas, preconcepciones y perspectivas de cada docente acerca de la historia y epistemología de las ciencias, el uso de ella en el proceso de enseñanza de las ciencias y el uso que el docente dice darle. Esta información se obtendrá por medio de un cuestionario inicial y una entrevista semiestructurada, y acompañados con la etapa de diagnóstico de las ideas previas (test de ideas previas) acerca del concepto de isomería, se le dará un punto de partida al investigador para la segunda fase del desarrollo de las actividades planteadas por el investigador compuestas por el análisis, comprensión y uso de lecturas, videos, presentaciones e infografía que están en la reflexión y construcción de

conocimiento histórico, epistemológico, analítico, comprensivo, social y didáctico del concepto de isomería que oriente de forma asertiva en la elaboración de unidades didácticas, que con un cuestionario y una entrevista semiestructurada final serán los resultados de investigación, analizados en la última etapa de investigación.

Todas las etapas de investigación serán analizadas desde siguientes **criterios de análisis** establecidos:

1. Conocimiento del profesor sobre isomería en la química orgánica
2. Ideas y prácticas que el profesor enuncia sobre la enseñanza del concepto de isomería en la química orgánica
3. Representaciones de los profesores de química entorno a la idea del conocimiento científico escolar.

## **Resultados**

Los resultados obtenidos se organizaron en las siguientes etapas de investigación: caracterización inicial, la etapa de implementación y la caracterización final. Realizando un análisis de forma individual y reconociendo los significados, opiniones e ideas de las docentes en cada etapa, permitiendo así, identificar los cambios en el saber, saber hacer y hacer profesional docente. En la etapa de caracterización inicial, se abordó un cuestionario, una entrevista semiestructurada individual y una ficha técnica de la metodología utilizada por cada docente para enseñar el concepto de isomería en química orgánica.

En la etapa inicial se evidencia que la docente en formación inicial, una estudiante de décimo semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, afirma que no posee conocimientos sobre el proceso histórico del concepto de isomería. Se puede asociar este desconocimiento con la ausencia de esta disciplina en la selección de contenidos, y, por otro lado, afirma que nunca ha utilizado la epistemología de la ciencia en su quehacer docente por este mismo desconocimiento. Esto tiene mucha relevancia con el hecho que afirma utilizar la historia de las ciencias para jerarquizar las temáticas por época, por lo cual, se evidencia que desconoce el uso de la histórica de las ciencias en la didáctica de las ciencias, lo cual, como lo menciona García, Vásquez y Manassero (2011), es un factor determinante en su quehacer profesional, dado que nadie puede enseñar aquello que no domina. Por tanto, la ausencia de su uso en el quehacer pedagógico está relacionado con la falta de comprensión.

La profesora en ejercicio, docente del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental del Colegio Carlos Arango Vélez, del Distrito capital, describe el proceso histórico del concepto de isomería, desde el dinamismo y versatilidad que tiene un concepto científico a través de las épocas, indicando que, desconoce la historia detrás del isomerismo, como lo indica Park y Oliver (2008), no es suficiente con que los profesores de ciencias tengan una comprensión adecuada de determinados aspectos de la NdC (naturaleza de las ciencias) para que puedan enseñarla. Dado que conocer de ella, no significa que el docente comprenda su importancia

didáctica. Este aspecto puede observarse al indicar en el criterio del uso didáctico de los referentes, donde no incorpora en su discurso aspectos históricos o posturas epistémicas que tome en la selección de contenidos en el desarrollo de competencias.

Dichos resultados son muy coherentes con las propuestas metodológicas que la docente en formación inicial propone y la docente en ejercicio emplea en el curso de química para grado once. Carece de la utilización de la historia y la epistemología de las ciencias, dado que dichas propuestas no generan proceso reflexivo y no abordan el progreso científico desde su proceso histórico y social. Generan la errónea jerarquización de conceptos según complejidad como ya lo ha evidenciado Matthews (1998), dejando de lado los procesos dinámicos, divergentes y convergentes que no sigue una evolución lineal en la búsqueda de la profundización de los conocimientos científicos.

Partiendo de dicha ideas, preconcepciones y pensamientos iniciales se inicia la etapa de intervención con el conocimiento y reconocimiento del papel transformador de la historia y la epistemología de las ciencias en la didáctica de las ciencias, realizando sesiones sincrónicas virtuales de socialización y reflexión frente a materiales (lecturas, infografías y videos). Se evidencia que las docentes sostienen su postura sobre la idea de que dichas metaciencias son importantes; la docente en formación inicial la relaciona en función a su práctica y las diversas miradas que puede tener un docente, y por otro lado, la docente en ejercicio la relaciona con el crecimiento disciplinar del docente y sobre la visión de ciencia que posee, y aunque sí comenta que estará ligada a la metodología que el docente emplea, no relaciona los conocimiento históricos y filosóficos con la didáctica.

A medida que se fue analizando el proceso histórico de la isomería se realizaron actividades donde debían plantear actividades didácticas y evaluar el potencial de recursos didácticos (videos, lecturas, etc.), con la finalidad de generar procesos de enseñanza contextualizada y reflexiva de las ciencias, propiciando el desarrollo de habilidades del pensamiento científico por medio del cual se resuelva la interrogante generada por las docentes desde la primera sesión sincrónica “¿Cómo utilizo la historia y la epistemología de las ciencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química?”.

La actividad planteada por la docente en ejercicio parte de la controversia científica de la síntesis de cianatos y fulminatos en 1824, y le pide al estudiante que mediante sus conocimientos previos explique la diferencia existente entre estas dos sustancias a partir de su fórmula molecular. Permite evidenciar como mediante la previa preparación histórica puede generar un contexto emergente de relevancia científica (Izquierdo et al, 2016), que puede caer en limitaciones o diferentes matizaciones, ya que, la docente en formación parte del cambio epistemológico del vitalismo por el materialismo dado por la síntesis de compuestos orgánicos proveniente del experimento de Wöler en 1828. Pero cada idea, como se evidencia, permite un primer acercamiento de los estudiantes a una visión más real y no estereotipada de la ciencia. Ambas actividades enuncian el desarrollo de habilidades argumentativas, pero en este primer borrador centraron la evaluación en conceptos y tuvieron algunas correcciones. La docente en formación dejó de lado los aspectos que sostuvieron hasta 1845 el vitalismo, que le permiten al estudiante evaluar las hipótesis vinculantes en cada perspectiva. Por otro lado, la docente en ejercicio



planeaba utilizar las estructuras de los cianatos y fulminatos, dejando de lado la relevancia de la controversia. Mediante la etapa de socialización se realizó una retroalimentación para que se tuvieran en cuenta las cuestiones sociocientíficas y de manera explícita se identifiquen los aspectos de NdC, y se pueda realizar una reflexión crítica sobre ello (García et al, 2011; Acevedo et al, 2017).

En sesiones posteriores se les solicitó a las docentes diseñar una unidad didáctica por medio de la cual se pudiera evidenciar las ideas, concepciones cambiantes y no cambiantes, y su incidencia en las implicaciones del saber hacer y hacer docente. En el caso de la docente en formación inicial se evidencia el uso del contexto farmacéutico en la actividad final y basándose en la resolución problemas y en el desarrollo de habilidades argumentativas mediante un foro, contextualizado desde una problemática historio social representa como lo señala Izquierdo et. al (2016), un reto didáctico que propicia el desarrollo de habilidades analíticas, indagativas y propositivas. El material didáctico está enfocado a las estructuras tridimensionales de las sustancias orgánicas de forma genera, y, por tanto, se enfoca en el desarrollo de habilidades interpretativas, de representación y construcción de modelos (subcategoría 2.2), ligados a la misma línea de investigación didáctica evidenciada en Schmidt (1992); Rauup, Serrano, Costa y Campello de Souza (2010) y Da Silva N., Da Silva A., Costa y Da Silva L. (2018).

## **Conclusiones**

La historia de la ciencia es en conjunto la ciencia misma y la construcción humana, social y cultural del hombre. En ella se explica cómo es que ésta llegó a ser lo que es, qué papel juega el científico en la sociedad, cómo es la ciencia y pone en evidencia los factores por los que la ciencia se volvió un instrumento válido para comprenderlo y medirlo. En el campo educativo le brinda al docente las herramientas para que tome un concepto y lo transponga, llegando a ser comprensible para sus estudiantes, y de esta manera se pueda guiarlos para que construyan su conocimiento y adquieran, potencialicen y empleen sus habilidades de pensamiento en la resolución de problemas ambientados a su realidad.

Se evidencia que la incorporación de conocimientos históricos de las ciencias incide en el panorama que posee el docente respecto a su saber y saber hacer didáctico en función a la contextualización de las ciencias en el proceso educativo, pero el uso de contextos históricos sin una mirada epistemológica, genera la utilización de historiográficas panas sin las interrelaciones sociales, científicas, políticas y éticas que una mirada más amplia de la ciencia genera, y es evidente, que aunque las docentes abrieron su panorama del significado de las ciencias y el proceso científico, el conocimiento y utilización de la epistemología de las ciencias en el proceder docente requiere de procesos de profundización y profesionalización en dicha meta-ciencia, que aborden las diferentes epistemológicas y su incidencia en las metodología docentes.

## **Bibliografía**

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., & Aragón-Méndez, M. del M. (2017). Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia: Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica. Iberciencia. [www.oei.es/caeu](http://www.oei.es/caeu)
- Angulo Delgado, F. (2002). APRENDER A ENSEÑAR CIENCIAS: ANÁLISIS DE UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA, BASADA EN LA METACOGNICIÓN Trabajo de Investigación realizado por [Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4693/fad1de5.pdf?sequence=1>
- Díaz, J. A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Asociación de Profesores Amigos de La Ciencia: EUREKA, 7(3), 653–660. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92017191005>
- Bensaude B., Stengers I. (1997) Historia de la Química. ADDISON-WESLEY IBEROAMERICANA, S.A. Madrid, España. ISBN 84-7829-011
- Brock W. (1992) Historia de la química. Alianza editorial S.A, Madrid, ISBN 84-206-2912-X
- Cardoso Marcelino, C. de A., Martins de Sousa, P. C., Fernandes Campos, A., & Beltrán Nuñez, I. (2010). O conhecimento pedagógico do conteúdo isomeria em professores de química do ensino médio. IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 1–15. ISSN 1982-3657
- Da Silva Nascimento, A. M., Da Silva Araújo, N. K., Costa da Silva, J., Hander de Lucena Neri, P., & De Silva Lima, K. (2018). Uso de tecnologia informação e comunicação (tic's) nas aulas de química no conteúdo de isomeria geométrica (estereoisomeria). V Congresso Internacional Das Licenciaturas COINTER-PDLV. <https://doi.org/https://doi.org/10.31692/2358-9728.VCOINTERPDVL.2018.00158>
- Duschl, R. (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias.
- Dushl, R.A. (1997). Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo. Madrid: Narcea.
- Gallego Badillo, R., Gallego Torres, A. P., & Pérez Miranda, R. (2002). HISTORIA DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS: UN CAMPO DE INVESTIGACION. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (12). <https://doi.org/10.17227/ted.num12-5970>
- García E., Fernández P., Díaz L. (2012) La historia de la ciencia como recurso didáctico en Física y Química desde un punto de vista constructivista. Tiempo y sociedad, Num 8, 68-88.

- García-Carmona, A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 403---412.
- Gilbert, K.J.; Watts, M.D. (1983) Conceptions, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*. Vol 10, 61-68.
- Gilbert, K.J.; Watts, M.D. (1983) Conceptions, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in Science Education. *Studies in Science Education*. Vol 10, 61-68.
- Godoy Morales, O., Zapata Peña, J., Hernández Barbosa, R., Melo, N., Rodríguez, L., Bustos Velazco, E., & Beltrán Castillo, M. J. (2015). Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura (W. Mora Penagos (ed.); 1st ed.). Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/die-ud/20170802031129/pdf\\_1450.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/die-ud/20170802031129/pdf_1450.pdf)
- Gutiérrez, R. (1985): La investigación didáctica en el área de ciencias: ¿nueva crisis de paradigmas.'. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra del I Congreso Internacional.
- Izquierdo M., García A, Quintanilla M & Adúriz-Bravo, A. (2016). Historia, Filosofía y Didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias. Bogotá, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Lakatos I. (1983) La metodología de los programas de investigación científica. Editorial Alianza S. A, Madrid. ISBN 84-206-2349-0
- Leicester H. (1940) Alexander Mikhailovich Butlerov. College of physicians and surgeons, *Journal of chemical education*, San Francisco, California
- Lockeman G. (1960) Historia de la química. volumen 2. UTEHA, México.
- Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. 1 ed. Bogotá: Silogismo. Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo, pág.5-30.
- Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. 1 ed. Bogotá: Silogismo. Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo, pág.5-30.
- Matthews, M. R. (1998) The nature of science and science teaching. Rn B. Fraser y K. Tobin (Eds), *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publisher, London
- Mosquera Suarez, C. (2016) El cambio didáctico en la formación inicial de profesores de Química: Estrategias para su desarrollo en la reflexión sobre práctica. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ISBN 978-958-8897-93-6



**Revista *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Año 2021; Número **Extraordinario**. ISSN 2619-3531. *Memorias V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias*. 23 y 24 de septiembre de 2021. Modalidad virtual.**

- Park, S., Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Ramberg P. (2003) *Chemical Structure, Spatial Arrangement: The Early History of Stereochemistry, 1874-1914*. Ashgate Publishing Company. USA. ISBN 0-7546-0397-0
- Raupp, D., Serrano, A., Costa Martins, T. L., & Campello de Souza, B. C. (2010). Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 9(1), 18-34. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2\\_VOL9\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART2_VOL9_N1.pdf)
- Stake, R. 1995. *The Art of Case Study Research*. Londres, Sage
- Vasilachis, I., Ameigeiras, A., Chernobilsky, L., Giménez, V., Mallimaci, F., Mendizábal, N., Neima, G., Quaranta, G., & Soneira, A. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa* (1st ed.). Gedisa. <https://doi.org/978-84-9784-374-4>