

Diseño y validación de un instrumento que indaga sobre la incidencia de la historia y la filosofía de la química en las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la química de profesores en formación inicial.

NESTOR ALFREDO GARZON MARIÑO

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTA D. C.
2022**

**DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO QUE INDAGA SOBRE LA
INCIDENCIA DE LA HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA EN LAS
CONCEPCIONES DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA DE
PROFESORES EN FORMACIÓN INICIAL.**

NESTOR ALFREDO GARZON MARIÑO

Trabajo para optar por el título de licenciado en química

**Director: Profesor MSc. DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ
Codirector: Profesor PhD. FREDY RAMÓN GARAY GARAY**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTA D. C.
2022**

Nota de Aceptación

Diego Alexander Blanco Martínez
Profesor MSC
Firma de director

Jurado

Jurado

Bogotá D. C. 10 de febrero de 2023

*A mi madre María Aurora Mariño
Esto es resultado en gran parte de tu
esfuerzo, dedicación y confianza.
No hubiese podido sin ti.
!!!TE AMO MADRE!!!*

AGRADECIMIENTOS

A mis hermanos y sobrinos que siempre han creído en mí y han sido mi soporte en los momentos más difíciles. Juancho, Pipe, Parisha y Berny.

Compañeros que en el proceso fueron apoyo no solo a nivel académico si no también moral y personal. Dayan María, William, Karol, Laura, Naomi... mil gracias.

Al profesor FREDY RAMON GARAY por su aporte en la construcción de este trabajo.

Al Profesor DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ por la confianza y compromiso.

A todos los docentes que compartieron su conocimiento conmigo, aprendí mucho no solo de su teoría sino también de su práctica para construir lo que seré como profesor.

A mi querida Eliana, por ella deseé ser mejor persona y hasta el final fue mi más grande inspiración.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
ANTECEDENTES.....	11
1. JUSTIFICACIÓN.....	14
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. MARCO DE REFERENCIA.....	18
4.1 EDUCACIÓN EN QUÍMICA.....	18
4.1.1 Problemas de la enseñanza de la química.....	18
4.1.2 Como Enseñar y aprender química.....	20
4.2 APORTES DE LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA.....	21
4.3 BREVE RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO.....	23
4.4 FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES.....	24
5. MARCO METODOLÓGICO.....	27
5.1 PRUEBA LIKERT.....	27
6. CONSTRUCCION Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO.....	28
7. RESULTADOS Y ANALISIS.....	40
8. CONCLUSIONES.....	55
9. PROYECCIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Categoría Concepción actual de la química.	30
Tabla 2	Categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.....	32
Tabla 3	Categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.	34
Tabla 4	Categoría Dificultad de la enseñanza de la química.....	35
Tabla 5	Categoría Objetivos al enseñar química.....	36
Tabla 6	Categoría Importancia de la historia de la química.....	38
Tabla 7	Puntuaciones mínimas y máximas por categoría.	39
Tabla 8	Resultados Alfa de Cronbach	39
Tabla 9	Cantidad de estudiantes por semestre.	40
Tabla 10	Resultados categoría Concepción actual de la química.	42
Tabla 11	Resultados categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.	44
Tabla 13	Resultados categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.....	46
Tabla 14	Resultados categoría Dificultad de la enseñanza de la química.....	48
Tabla 15	Resultados categoría Objetivos al enseñar química.....	50
Tabla 16	Resultados categoría Importancia de la historia de la química.....	52

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1 Relación entre Historia y filosofía de la química (H y F), Enseñanza y aprendizaje de la química (E y A), Formación inicial de Profesores (FIP) y enlace químico (Enlace).....	26
Gráfico 2 Resultados categoría Concepción actual de la química.	42
Gráfico 3 Resultados categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.	44
Gráfico 4 Resultados categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.....	47
Gráfico 5 Resultados categoría Dificultad de la enseñanza de la química.	49
Gráfico 6 Resultados categoría Objetivos al enseñar química.....	51
Gráfico 7 Resultados categoría Importancia de la historia de la química.	53

RESUMEN

En este trabajo se diseñó un instrumento para conocer y analizar las concepciones de profesores en formación inicial en relación a la historia y la filosofía de la química, la ciencia química y la relación de estas con el proceso de enseñanza y aprendizaje. El instrumento caracteriza diferentes aspectos: la imagen que tienen de la química, la dificultad de enseñarla, concepción actual de la química, aprendizaje de la química, dificultad de la enseñanza de la química y la importancia de la historia y filosofía de la química.

La investigación se centró en la percepción de la química por parte de futuros docentes, con el objetivo de evaluar su conocimiento y enfoque en la enseñanza de la química. Los resultados muestran que la mayoría de los encuestados conciben la química como una ciencia dinámica y en constante evolución que debe contribuir al bienestar de la sociedad en áreas como la salud, la paz y la protección del medio ambiente.

En cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química, los futuros docentes reconocen su importancia y la necesidad de incluir aspectos actitudinales y valóricos en su formación, pero también hacen falta la integración de la historia y filosofía de la química para cambiar su perspectiva sobre la naturaleza de la ciencia y fortalecer su labor educativa.

La aplicación del instrumento permitió identificar fortalezas y debilidades en las concepciones de los participantes y en el diseño del cuestionario. Además, se reconoció la importancia de estos instrumentos para mejorar la formación inicial de los profesores y aportar al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. Finalmente, se destacó la importancia de integrar la historia y filosofía de la química con el proceso de enseñanza y aprendizaje y las concepciones de los docentes, ya que esto permite una mejor valoración de las distintas formas de enseñar química y construir una mejor educación en esta materia.

INTRODUCCIÓN

Las concepciones de los docentes sobre el aprendizaje y la enseñanza influyen en la interpretación de las situaciones educativas y en su práctica pedagógica cotidiana (López, Merlo, Fuentes, Piccioni, & López, 2021). Estudios realizados sobre las creencias de docentes universitarios muestran que predomina una teoría constructiva del aprendizaje (Vilanova, Mateos, & Garcia, 2011). Estas concepciones pueden ayudar a mejorar la formación de los estudiantes, ya que los docentes pueden adaptar su práctica pedagógica para satisfacer mejor sus necesidades (López et al. 2021)

Sin embargo, es muy probable que esto no sea una generalidad, por tanto, investigar sobre las concepciones de la ciencia en docentes en formación puede contribuir a establecer la relación que tiene un futuro docente con distintos aspectos de la química y que permean la imagen que de esta tiene y por ende su actuar en el aula.

Por otro lado, la historia y la filosofía de la química se presentan como herramienta para moldear dicha imagen, pues el contexto que brindan permite reconocer el camino y construcción de esta ciencia humanizándola y acercándola al docente y en consecuencia a sus estudiantes.

ANTECEDENTES

La investigación sobre las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la química y la influencia que tiene la historia y filosofía de esta ciencia, en diferentes niveles educativos, ha producido una gran cantidad de información sobre cómo estos aspectos pueden utilizarse para mejorar la metodología y la didáctica en el aula. Al considerar la historia y la filosofía de la química, se puede brindar a los estudiantes una visión más cercana y humana de esta ciencia destacando el papel de los científicos y los contextos sociales, políticos y culturales que influyeron en su pensamiento. Se relacionan entonces algunos trabajos que han indagado sobre la pertinencia de conocer la historia y filosofía de la química en la formación docente y como esto se refleja en la educación en química.

Un acercamiento al uso del contexto en las secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) es brindado por (Moraga, 2017) quien a partir del análisis de las SEA creadas por estudiantes del máster de formación del profesorado de ciencias en Cataluña y basada en los criterios: (a) la estructura de las SEA, (b) los títulos de las SEA y de las sesiones, y finalmente (c) las características y los usos de los contextos a lo largo de la SEA, señala la existencia de un problema en la formación del profesorado de ciencias de educación secundaria en relación al uso de los contextos en la enseñanza de la química. Por otro lado, indica que, de las secuencias revisadas en la investigación solo en una se evidencia la inclusión del contexto, esta SEA está centrada en el estudiante permitiéndole indagar, construir, razonar y argumentar científicamente sobre un fenómeno, resaltando entonces, la necesidad de fomentar el diseño de SEA de química en las que los contextos sean más auténticos, constructores, indagadores, relevantes y persistentes a lo largo de la SEA (Moraga, 2017).

De este trabajo se resalta un problema en la formación inicial de docentes, se evidencia que la mayoría no utilizan contextos en las SEA, mostrando la necesidad de primero, reconocer estas falencias y desde ahí reconstruir la visión del docente sobre su quehacer y luego la inclusión de esto en sus desarrollos de clase. Esto da sentido al objetivo de este trabajo, pertinencia e importancia en la investigación en educación en química.

En el trabajo “Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje” (Lorduy & Naranjo, 2020), los autores indagan sobre los niveles representacionales durante los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, realizaron un análisis de contenido en torno a dos categorías centrales de análisis: representaciones en química y enseñanza y aprendizaje de la Química. concluyen que, los profesores con los que trabajaron presentan deficiencias en cuanto al uso adecuado del triplete químico (macro, submicro y simbólico) esto genera que los estudiantes no comprendan la Química ni tampoco el fenómeno que están percibiendo, lo que provoca actitudes negativas hacia esta ciencia (Lorduy & Naranjo, 2020). Dicho esto, invitan a trabajar en

propuestas didácticas que mejoren la comprensión de este triplete. Es aquí donde cobra importancia la historia de la química pues desde ella es posible solventar la deficiencia en cuanto a la comprensión del triplete químico y proponer nuevas didácticas en las que, a partir de la historia de la química, tanto el profesor como el estudiante puedan asimilar estos conceptos adecuadamente. Entonces, reconocer las concepciones de la química, su enseñanza y aprendizaje y la importancia que tiene su historia para los docentes en formación, se hace indispensable porque es de estas concepciones desde donde plantea la práctica el profesor, y el reconocerlas permitirá que los futuros docentes sean conscientes de ello y se espera procuren superar este obstáculo con el fin de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

(Solbes & Traver, 1996) en su trabajo “La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química” plantean la siguiente hipótesis: en general, se ignoran los aspectos históricos en la imagen de la física y la química que se transmite y cuando se utilizan, se introducen tergiversaciones y errores históricos, como consecuencia de ello los alumnos tienen una imagen deformada de cómo se construyen y evolucionan los conceptos científicos. Para validar su hipótesis realizan cuestionarios: en primer lugar, aplicados a libros con el fin de evidenciar el uso de la historia en su construcción y luego a estudiantes buscando hacer explícitas las visiones deformadas de la ciencia que apropiaron debido a la actividad docente reconociendo así las carencias respecto a la introducción de aspectos de historia de la ciencia.

En sus conclusiones, confirman sus hipótesis, se encontró que en los libros de texto en la mayoría de los casos no hay aspectos de tipo histórico y, en los que los hay, son tratados de forma superficial y sin relevancia, en cuanto a los estudiantes es evidente una imagen deformada de la actividad científica ya que se ignora el papel fundamental del trabajo científico como resolución de problemas mediante la investigación de hipótesis y la creación de conceptos (Solbes & Traver, 1996).

(Garay, 2011) presenta reflexiones relacionadas al potencial de la inclusión de la historia de las ciencias y el contexto cultural en la transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Una de ellas plantea la interdependencia entre el contexto cultural y la historia de las ciencias resaltando que las alteraciones en una de estas afectan a la otra. Entonces, todo aquello que influye directamente en la historia tendrá un devenir contextual y viceversa. Esto es, en el caso de la ciencia, suponer que ella es una construcción resultante de las demandas y necesidades de las sociedades (Garay, 2011). Esta idea es explicada desde “El caso de la formulación de la ley periódica” con un breve recuento histórico y planteando la relación entre educación en ciencias, historia de las ciencias y contexto cultural.

En sus consideraciones finales afirma que una educación en ciencias aplicada desde una perspectiva histórico cultural permite mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje dotando a los docentes de herramientas que le permiten reflexionar

sobre su quehacer en las aulas además menciona los beneficios tanto para el profesor como para el estudiante del uso de este enfoque.

El trabajo la importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación (Cuellar, Quintanilla, & Marzábal, 2010) se analizan los factores del pensamiento de docentes en formación en relación a las implicaciones didácticas de incluir la historia de la química en las secuencias de enseñanza. Se lleva a cabo entonces un proceso en el que los implicados generan materiales didácticos incluyendo en estos la historia de las ciencias con el fin de mejorar la calidad de la educación científica dado que, según reportan, actualmente los profesores en formación presentan una carencia en el componente disciplinario específico, como en las áreas de matemáticas y ciencias naturales.

Los autores dicen que, la práctica del docente en química en la actualidad hace que esta ciencia adquiera el carácter tradicionalmente transmisionista, algorítmico y absolutista que repercute directamente en los resultados académicos de los estudiantes de esta asignatura. De esta forma se hace necesaria la inserción de metodologías y didácticas que permitan a los estudiantes asimilar la química como una ciencia que se ha construido de la mano de contextos sociales e históricos que la han moldeado y que aún hoy lo hacen. De este trabajo se concluye entonces que la historia de la química permite ventajas para los docentes al momento de enseñar y un aprendizaje más significativo para los estudiantes ya que reconoce una visión más humana de la ciencia y de su progreso.

En estos escritos se establece la pertinencia, necesidad y ventajas que representa el uso de la historia de la química en el proceso de enseñanza y aprendizaje tanto para docente como para los estudiantes. Entonces el instrumento que se diseñó y validó en este trabajo se presenta como paso inicial, en el que se reconozcan las concepciones de los docentes en formación en lo referente a la ciencia que estudian para luego desde ahí poder generar una serie de actividades o procesos que permitan su propia reconstrucción de la imagen de la química y que tenga como finalidad el uso de perspectivas históricas y contextualizadas al momento de enseñar química.

1. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza y el aprendizaje de la química juegan un papel fundamental en la sociedad. Es por ello que es importante conocer las concepciones que tienen los profesores en formación inicial sobre la ciencia que enseñan, así como también la importancia de la historia y la filosofía de la química en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se diseñó un instrumento que permite indagar sobre estos aspectos. En este trabajo se presenta el proceso de diseño y validación de dicho instrumento, con el fin de contribuir al mejoramiento de la formación inicial de los profesores y, en consecuencia, al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química en general.

Aprender Química no es sencillo y, consecuentemente, su enseñanza tampoco lo es (Furió & Furió, 2000). Hay problemas que obstaculizan el proceso de aprendizaje, como, por ejemplo, que el conocimiento de muchos estudiantes de química al terminar un curso está caracterizado por un conjunto de ideas y conceptos desconectados (Talanquer, 2004), lo cual dificulta que los nuevos conceptos se integren a su estructura conceptual. Además, para enseñar algunos conceptos químicos, actualmente se requiere conocer conceptos desarrollados en la Física Cuántica (orbital, enlace, estructura molecular, electronegatividad), esto implica también conocimientos profundos de cálculo y física, lo que aumenta la cantidad de contenido en los programas química y por lo tanto más conceptos que los estudiantes deben aprender. En este contexto es importante indagar en las percepciones que los docentes de química en formación tienen, estableciendo desde ahí posibles herramientas para solventar dichas dificultades.

La química es una disciplina que se ha desarrollado a lo largo de la historia de la humanidad, y su evolución ha sido marcada por importantes contribuciones filosóficas e históricas. Es por ello que el diseño y validación de un instrumento para indagar sobre la incidencia de la historia y la filosofía de la química en las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la química de profesores en formación inicial se hace pertinente para plantear su enseñanza y aprendizaje desde esta perspectiva dado que estas permean el actuar en el aula del docente.

En este sentido, es importante destacar que el conocimiento de la historia y filosofía de la química puede aportar elementos para la comprensión de la disciplina y fomentar el interés de los estudiantes por ella. Además, el estudio de la historia y filosofía de la química puede ayudar a los profesores a contextualizar la enseñanza de la química y a integrar una perspectiva interdisciplinaria en su enseñanza pues si las concepciones epistemológicas de los profesores tienen influencia en su actuación en el aula y las concepciones de los profesores son a menudo implícitas y alternativas (Mellado & Carracedo, 1993), es necesario fortalecer dichas concepciones, ayudando así, a generar formas más sencillas en cuanto a didáctica y metodología, e igual de completas en lo referente al contenido, por ejemplo, utilizando la historia de la Ciencia, se concibe como una forma de contextualizar el

contenido científico, es decir de comprender cómo se ha construido y cómo en este proceso interviene activamente el contexto social y cultura (Camacho & Quintanilla, 2009).

El instrumento que se construyó y validó será una herramienta útil para los docentes en formación para explorar la influencia de la historia y filosofía de la química en su enseñanza ya que estas proporcionan una base conceptual que hace a la química diferente de las otras formas de conocimiento y que, por lo tanto, requieren una forma diferente de enseñar y aprender (Chamizo, 2009). También permitirá a los docentes en formación reflexionar sobre su enfoque en la enseñanza de la química. Además, este instrumento será un recurso valioso para los formadores de docentes, ya que les permitirá reconocer las concepciones que tienen sus estudiantes en cuanto a la historia y filosofía de la química y su relación con la enseñanza y aprendizaje de esta.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La historia y la filosofía de la química son importantes para la formación inicial docente (Quintanilla, Cabrera, & Zambrano, 2022). Esto se debe a que permiten identificar y caracterizar los diferentes modelos teóricos de la ciencia, así como reconstruir sus postulados, lenguajes y conceptos. La Historia de la Química también permite al profesorado en formación entender mejor las controversias históricas relevantes sobre materia y energía (Quintanilla, Cabrera, & Zambrano, 2022).

Los docentes en formación tienen diferentes concepciones sobre historia de la ciencia (Camach, Gallegos, & Reyes, 2007). Estas concepciones pueden variar dependiendo del perfil y el origen del profesorado. Por ejemplo, un estudio realizado con profesores de química de secundaria mostró que tenían diferentes percepciones sobre ciencia.

Por esta razón y usando como referente la construcción histórica del concepto de enlace químico para confirmar su conocimiento al respecto se plantea indagar sobre ¿Cuáles son las percepciones que tienen los profesores en formación inicial respecto a la historia y filosofía de la química y como estas se ven reflejadas en su visión del proceso de enseñanza y aprendizaje de la química?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y validar un instrumento que permita examinar las concepciones de los docentes en formación acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la química, así como la relación de estas con la historia y la filosofía de la química en el proceso de enseñanza.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un instrumento que permita reconocer las concepciones de los docentes en formación sobre historia y la filosofía de la química y su relación con el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Validar el instrumento desarrollado mediante la aplicación de pruebas estadísticas y la revisión por expertos.
- Caracterizar las concepciones de los docentes frente a la historia y filosofía de la química y la relación de estas con su visión del proceso de enseñanza y aprendizaje.

4. MARCO DE REFERENCIA

La importancia de la historia y filosofía de la química en el proceso de enseñanza y aprendizaje es un tema recurrente en la investigación en ciencias. La inclusión de estos aspectos en la formación de los docentes puede contribuir a una enseñanza más contextualizada y significativa para los estudiantes. Por esta razón, se hace relevante generar instrumentos que permitan lograr este objetivo. Para este trabajo se referencian aspectos de la educación en química como, el proceso de enseñanza y aprendizaje, aportes de la historia y filosofía de esta ciencia a su enseñanza y aspectos relacionados a la formación inicial de docentes además, algunas bases teóricas sobre el cuestionario Likert que se utiliza, finalmente un breve recuento histórico del concepto de enlace químico que servirá para evidenciar si los docentes en formación son conscientes de la construcción histórica de este concepto.

4.1 EDUCACIÓN EN QUÍMICA

4.1.1 Problemas de la enseñanza de la química.

La química, como ciencia, debería contribuir, como menciona (Izquierdo M., 2004) para el cuidado de la propia salud, con la lucha por la paz, con la protección del medio ambiente y los conocimientos han de ser los necesarios para poder ejercer una responsabilidad compartida en un mundo que es ahora global, 'planetario' y que requiere intervenciones concretas para ser sostenible, en un entorno solidario y pacífico. Además, generar en los estudiantes el entusiasmo para que ellos continúen con el desarrollo de la misma y que desde ahí les sea posible plantear un proyecto de vida que les permita hacerlo. Sin embargo, estos objetivos no se pueden lograr sin el apoyo de otros actores, las políticas de educación en los países, la demanda a nivel laboral y otros aspectos que hoy entorpecen el cumplimiento de estas metas.

Como ciencia a enseñar, presenta desafíos bastante difíciles de superar, empezando porque se considera (en general) que la Química es difícil porque es al mismo tiempo una ciencia muy concreta (se refiere a una gran diversidad de substancia) y muy abstracta (se fundamenta en unos 'átomos' a los que no se tiene acceso) (Izquierdo M. , 2004), lo que de entrada ya es complicado para los estudiantes, e implica un gran esfuerzo por parte del docente, pero solo es la punta del iceberg, pues al poner esta ciencia en el contexto social actual, enseñarla es en verdad es una tarea complicada.

La química se presenta hoy como una de las causas que más ha contribuido a la contaminación del medio ambiente y, aunque esto no es del todo cierto, si permea

el pensamiento de la sociedad y afecta directa o indirectamente el valor de aprenderla, como expresa (Galagovsky, 2008) los estudiantes de secundaria, como integrantes de una cultura globalizada postmoderna, perciben negativamente a la química como contaminante del planeta y como una disciplina “difícil”, cuya salida laboral no recompensa el esfuerzo que demanda aprehenderla. Además, el currículo de química que se propone para la escuela secundaria es propedéutico, abstracto y extensísimo; y ésta puede ser una de las causas que alejan a los estudiantes de esta disciplina científica (Galagovsky, 2007). Peor aún, incluso el objeto de la química (comprender y gestionar la transformación de los materiales) queda lejos de los intereses de las gentes de ahora, que ya están acostumbrados a aceptar los fenómenos más llamativos sin tener necesidad de comprenderlos. (Izquierdo M., 2004). Todo esto, a pesar de los esfuerzos que hacen gobiernos en todo el mundo en cuanto a mejorar la calidad de la educación, repercute directamente a la motivación de los aprendices y sumado a su intrínseca dificultad, deja un escenario oscuro para el profesorado y para el futuro de esta ciencia.

Por otro lado, al revisar la química, como ciencia a enseñar, se evidencian otras dificultades pertenecientes específicamente a esta. En estos tiempos, la química, y sus conceptos, en muchas ocasiones es presentada como una ciencia ya terminada, sin espacio a la duda, materia prima para su avance, cosa que debería ser prioridad con el fin de promover el aprendizaje de esta, con una proyección futura, por el contrario, generalmente “bajan”, visiones rígidas y podría decirse “soberbias” sobre la infalibilidad de los conocimientos aceptados actualmente aunque se declame, de vez en cuando, que estos conocimientos podrían ser provisorios (Galagovsky, 2007). De esta forma, para los estudiantes, no presenta un campo de crecimiento en el cual centrar su esfuerzo como si lo es, por ejemplo, en otras disciplinas como la informática, o la electrónica.

En cuanto al currículo, el contenido conceptual es abrumador, los viejos temas fueron presionados por los nuevos y el currículo de química fue adquiriendo un perfil de tipo sedimentario; con sucesivas capas de conocimiento depositadas una sobre otra, no siempre bien conectadas y algunas veces con inconsistencias entre ellas (Galagovsky, 2007). Debido a esto, encontramos una larga lista de conceptos, que, además, generalmente no se contextualizan, ni se presentan como productos de otros, tampoco el origen de estos, y sin estas relaciones, el camino a seguir por el estudiante tiende a ser memorístico pues las relaciones conceptuales que ayudarían a que su aprendizaje fuese más significativo, son muy deficientes.

Es necesario entonces entender que estas problemáticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química pueden ser abordadas de una u otra forma de acuerdo a las percepciones que el docente tenga en relación a la ciencia que enseña, es decir, si el docente tiene una imagen de la química rígida y descontextualizada, seguramente en su quehacer esto será evidente y al enseñar, los estudiantes también aprenderán esto generando un sistema circular en el que un profesor con esta visión de la química forma a otro con la misma visión. Es aquí

donde el aporte de la investigación en educación en química se debe dar con el fin de al menos reconocer otras perspectivas, cambiar estas percepciones, desde las cuales, en el proceso de enseñar y aprender química, esta se humanice acercándose al estudiante y ayudando a un conocimiento más significativo para los implicados en este proceso.

4.1.2 Como Enseñar y aprender química

Para empezar a mitigar los problemas descritos es necesario saber enseñar y enseñar a aprender química, trabajo que los profesores deben hacer y para lo que es necesario tener en cuenta varios puntos importantes. Hay que entender que, en las aulas, la ciencia se ha de implicar en fenómenos relevantes y significativos y la clase debe garantizar una dinámica que permita pensar, hacer y comunicar de manera coherente, según las 'reglas de juego' de la química (Izquierdo M., 2004) también infundir una voluntad de relacionar los fenómenos concretos mediante explicaciones teóricas, formales, que se han mantenido a lo largo del tiempo (Izquierdo, García, Quintanilla, & Adúriz, 2016). Esto implica diseñar cuidadosamente lo que se ha de enseñar, cómo hacerlo y para qué hacerlo (Izquierdo M., 2004).

Es entonces necesario reconocer algunos aspectos relacionados con los estudiantes y que son muy relevantes en su proceso de aprendizaje, en primer lugar, contar con los conocimientos previos de los estudiantes definiéndolos como aquella información que está "dentro de la cabeza de un sujeto"; en su mente, [...] En el acto de aprender, de toda la información presentada a cualquier sujeto, éste sólo podrá procesar una pequeña parte. Este procesamiento dependerá de lo que el sujeto ya sabe sobre el tema en cuestión, de sus estrategias de aprendizaje y de la atención que ponga en el procesamiento de la información (Galagovsky, 2008); en segundo lugar, el lenguaje, pues es el medio de comunicación entre las partes del proceso enseñanza-aprendizaje y debido a que los lenguajes de la química son especialmente difíciles de procesar por las mentes de los estudiantes. Es decir, una misma expresión (verbal, gráfica, de fórmulas, etc.) remite a significados diferentes cuando es interpretada por un experto que por un lego (Galagovsky, 2007), es indispensable expresarse adecuadamente y hacer las precisiones que sean necesarias al dar una explicación sin dejar lugar a interpretaciones erróneas sobre el contenido que se enseña, además, como es en la mayoría de casos en química, remarcar que se trata de modelos teóricos, que bien pueden ser refutados o reinterpretados y que, en algunos casos, un fenómeno se puede explicar desde una u otra teoría completamente diferente.

El incremento de conocimientos químicos generados por la ciencia exige la investigación sobre formas alternativas de selección de contenidos para la enseñanza (Galagovsky, 2007) pues enseñar química no debe ser solo presentar

una gran cantidad de conceptos desconectados entre ellos y sin el contexto en el que se dieron ya que, dicho contexto enlaza las ideas y agrega valor y estructura a la red conceptual del estudiante estimulando así, la autoconfianza en sus capacidades cognitivas y en sus cualidades creativas, en desarrollar estrategias positivas de trabajo en equipo y de comunicación (Galagovsky, 2008).

Esto debe ir de la mano con la actividad científica en el aula, en la que, desde la experiencia, el estudiante aprenda a reconocer el valor de esta, de cómo se desarrolló la química desde el laboratorio y que con ello, empiece a generar explicaciones propias de los fenómenos que observa y desde su interpretación y conocimiento llegar más adelante a desarrollar la capacidad de proponer nuevas ideas, modelos y teorías para explicar el mundo, los mecanismos de 'dar sentido' al mundo y, por lo tanto, que la docencia ha de facilitar que los estudiantes puedan establecer relaciones significativas entre las teorías químicas, las intervenciones experimentales que pueden llevar a cabo y los lenguajes con los que hablar de ellas (Izquierdo M., 2004). esto, si bien parece un escenario muy ideal, ha sido una parte esencial y propia de la química en su historia y construcción.

El profesor, como guía de este proceso, debe estar en capacidad de promover el conocimiento científico en sus estudiantes para lo que necesita no solo contar con los conocimientos correctos y pertinentes sino también reconocer como su percepción de la química permea su quehacer en el aula y, siendo consciente de ello, revisar si es adecuada esta visión para cumplir con su objetivo al enseñar química.

4.2 APORTES DE LA HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA

La humanidad, desde siempre, ha generado conocimientos, en todas las áreas, ya sea desde su experiencia o producto de su discernimiento, ha intentado entender y racionalizar todo lo que lo rodea, y de la agrupación o relación de estos conocimientos han surgido las ciencias. Entonces, las ciencias son el resultado de una actividad humana muy compleja sustentada, como cualquier otra actividad humana, en una pluralidad de sistemas de valores; nunca fueron, ni son ahora, neutras (Izquierdo M., 2004). Esto implica que, la mayoría sino todos los conceptos o ideas existentes, han sido permeados por el contexto de la época en la que vive y en particular de cada persona que los ha producido. Es necesario tener esto en cuenta ya que en muchos casos da razón del ¿por qué? una persona determinada, que genero algún conocimiento particular llevo a las conclusiones a las que llevo. La química por supuesto, al ser tan abstracta, tiene mucho de esto. Esto no significa que sea algo malo, muy por el contrario, ha contribuido, desde enfrentamientos de teorías contemporáneas pero generadas en contextos distintos que al buscar explicar algún fenómeno han planteado diferentes soluciones, a que se den análisis

profundos de cada una y la aceptación de una u otra y en algunos casos ambas por la sociedad científica, y en general por quienes con estas interactúan.

Sin embargo, al pasar de los años los libros de texto fueron eliminando las discusiones, las controversias, las coexistencias de teorías antagónicas, las historias humanas asociadas a los descubrimientos logrando que, la química enseñada hoy sea dada sin el marco histórico y epistemológico, se presentan a los estudiantes los modelos científicos, leyes y teorías de Química como saberes acabados, definitivos, en los cuales deben creer con fe ciega (Galagovsky, 2007). Esta forma de educar no permite al escolar reconocer de donde surgieron los conceptos que aprende, menos aún generar relaciones coherentes entre uno y otro. Así las cosas, se presenta la historia de la química como herramienta para enseñar pues, reflexionar sobre esta permite ahondar en el significado práctico de los conceptos que elaboraron los químicos para comprender y controlar el cambio químico que los libros de texto presentan como si fueran debidos a una supuesta capacidad de los químicos de ver 'la materia por dentro (Izquierdo M., 2004).

Izquierdo, García, Quintanilla, & Adúriz (2016) reconocen la importancia de la historia de la ciencia para los profesores ya que esta:

- Proporciona contextos a los conocimientos emergentes y saca a la luz aportes al conocimiento científico que no se han tenido en cuenta.
- Sugiere preguntas desafiantes sobre la emergencia de las entidades científicas con las que hoy se explica el funcionamiento y estructura del mundo material.
- Ilustra la naturaleza de las ciencias, al dejar en evidencia la complejidad de la actividad científica de las personas que se dedicaron a ella.

La historia ayuda también a comprender lo que pasa en momentos de 'cambio de paradigma' en los que aparecen nuevas finalidades de la actividad científica, surgen nuevas formas de intervención y se consolidan nuevas 'reglas del juego' con las que poner a prueba nuevos Modelos del mundo (Izquierdo M., 2004). Todos estos aportes de la historia y filosofía de la ciencia deben hacerse efectivos por los docentes en su quehacer diario, para fortalecer su labor y mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo el entusiasmo por medio de las historias de vida de los científicos (en algunos casos muy llamativas e interesantes) e impulsándolos a interesarse en la investigación científica y la filosofía de la química

Para lograr este avance en la educación química, estos aportes de la historia y filosofía de la ciencia deben hacerse efectivos por los docentes, esto implica para ellos, un análisis profundo de la propia concepción de la ciencia, una revisión donde se establezca si la postura propia permite diseñar didácticas en las que se pueda sacar provecho de estas ventajas o, si por el contrario el pensamiento propio es el que evita que esto se lleve de. De una u otra forma es necesaria la investigación en

educación en la química, en lo profundo de su historia, incluso llegando al cómo se enseñaba está en su comienzo, la importancia de la experimentación, el análisis, los aportes de otros científicos, la construcción inicial de sus conceptos y demás aspectos presentes que en su momento permitieron el progreso de la química como ciencia y que pueden ser rescatados para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Un concepto imprescindible en la química, que sirve para reconocer la importancia de su historia y filosofía, es el enlace químico, por lo que se hace un corto recorrido por algunos avances que dieron como resultado su construcción con el fin de tener elementos de juicio al analizar las respuestas que los profesores en formación den al respecto.

4.3 BREVE RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE ENLACE QUÍMICO

En el año 1704, Isaac Newton presentó su teoría sobre el enlace atómico en su obra *Opticks*. En esta teoría, dice que los átomos se unen unos a otros mediante una fuerza aún desconocida. Después de examinar varias teorías populares de la época sobre cómo se unían los átomos, como "átomos enganchados", "átomos pegados juntos por reposo" o "unidos por movimientos conspirantes", Newton concluyó que las partículas se atraen entre sí por una fuerza que es extremadamente fuerte en contacto inmediato y que, a distancias cortas, juega un papel importante en las reacciones químicas, pero que su efecto disminuye a medida que las partículas se alejan.

En 1819 Jöns Jacob Berzelius creó la teoría electroquímica a raíz de la invención de la pila voltaica, que establece correctamente que los compuestos químicos están formados por componentes de carga negativa y positiva.

Frankland encontró que los átomos tienen una capacidad particular de unirse con otros en cantidades específicas, que se llamó "poder de combinación". Finalmente, Wichelhaus introdujo el término "valencia" para designar el poder de combinación de cada elemento, representado por la relación entre su peso atómico y su peso equivalente.

El trabajo de J. J. Thomson en 1897 permitió entender la naturaleza de los rayos catódicos y concluyó que estos eran cargas de electricidad negativa transportadas por partículas de materia que él denominó corpúsculos, más tarde conocidos como electrones. Thomson propuso un modelo atómico en el que el átomo está compuesto por una esfera cargada positivamente en cuyo interior se encuentran los electrones. Este modelo, conocido como "pudín de pasas", fue utilizado para

explicar, cualitativamente, la valencia de los elementos y algunos fenómenos radioactivos.

En 1904, la teoría de electrovalencia propuesta por Abegg estableció que cada elemento tiene un número definido de valencias principales y contravalencias y que los enlaces entre elementos se forman por acción simultánea entre valencias positivas y negativas. Esta teoría estableció la base de la regla del octeto y la formación de compuestos químicos.

En el año 1908, el físico alemán Walter Kossel propuso que cada elemento sucesivo tiene un electrón y una partícula positiva adicional en comparación con su predecesor. Él concluyó que la variabilidad periódica en la valencia es una prueba de que la configuración electrónica cambia de manera uniforme al pasar de un elemento de menor peso atómico a otro de mayor peso atómico. La teoría de Kossel se basa en que el enlace entre un halógeno y un metal alcalino es causado por la transferencia del electrón del metal al halógeno, formando así dos iones con carga opuesta, lo que permite la atracción electrostática.

En el mismo año, Gilbert Newton Lewis presentó su teoría cúbica del átomo. Según él, los electrones de la capa de valencia están ubicados en los vértices de un cubo y se completa al formarse un enlace al compartir uno o más pares de electrones. Cada átomo tiene un núcleo o núcleo inalterable compuesto por la parte positiva y los electrones de las capas internas y una capa externa de electrones que, en un átomo neutro, son los necesarios para equilibrar las cargas positivas del núcleo. Sin embargo, esta teoría no fue aceptada debido a que Lewis presentaba electrones estáticos.

Este breve resumen de la construcción del concepto de enlace químico, está basada en los trabajos de (Bensaude-Vincent & Stengers, 1997), (Cabrera & García, 2014), (Doménech, Savall, & Martínez, 2013), (EcuRed contributors, 2022), (Garritz, 1997), (Garritz & Rincón, 1997), (Gribbin, 2005), (Herreño, Gallego, & Pérez, 2009), (Moreno, Ramírez, de la Oliva, & Moreno, 2004) (Quintanilla, Luigy, & Cabrera, 2007), (Thomson, 1897), (Tobares, 2003), (Urbina, Gallego, Pérez, & Gallego, 2008), (Vargas, 2014) y (Velásquez).

4.4 FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES

Los profesores, como guías en los procesos educativos, deben indagar sobre las formas en las que pueden implementar y promover mejoras en su labor. Por lo que desde este trabajo se plantea aportar a esto utilizando la historia y filosofía de la química. Dicho esto, hay que reconocer que, la gran mayoría de los actuales científicos y docentes, han sido formados con una tradición epistemológica

empirista y una visión a-histórica de la química (Galagovsky, 2007). Debido a esto, la forma de enseñar química no presenta al estudiante, el contenido de forma contextualizada ni da lugar al ¿cómo? surgen los conceptos que en esta ciencia se aprenden. Esto traduce en la necesidad de sumergir a los docentes en la historia de la química, que se apropien de ella, que la integren en su quehacer, en que comprendan las ventajas, en cuanto a la didáctica, que de ello puede surgir.

Desde el punto de vista del autor, los profesores, deberían indagar en los procesos humanos, dados en determinados contextos históricos, que han generado conocimientos, conocer otras perspectivas que les permitan dar cuenta de que los conceptos al generarse han integrado otras ideas o conceptos o teorías que los sustentan y justifican. Estos maestros deben evitar pensar que lo que enseñan ya está completamente definido pues en general no es así, la ignorancia de otras miradas epistemológicas conlleva a algunos científicos a sobrevalorar sus propias creencias (Galagovsky, 2007). Para evitar esto, el maestro se debe autoevaluar, en cuanto a su labor, en busca de fortalecerse y de paso también al proceso de enseñanza.

Por otro lado, si no se conoce el contenido disciplinar no puede haber una buena enseñanza del mismo (Galagovsky, 2007). Pero más allá de eso, hay que entender que lo que se establece en el aula es un proceso muy complejo de comunicación en el cual los lenguajes ocupan un rol central (Galagovsky, 2007) de donde surge la importancia de comunicar correctamente, evitar en lo posible, concepciones mentales falsas por parte de los que aprenden, haciendo la cantidad de aclaraciones necesarias en ese momento. Es aquí donde la historia de la química puede ayudarle a direccionar el pensamiento del estudiante, pues en sí misma, muestra relaciones entre los conceptos más precisas ya que se hacen referentes unas de otras dando como producto un entramado conceptual más ajustado. En conclusión, como dice (Galagovsky, 2007) el profesor en formación debe:

Favorecer que la enseñanza de química sea un vehículo para estimular en los estudiantes la autoconfianza en sus capacidades cognitivas y en sus cualidades creativas; en desarrollar estrategias positivas de trabajo en equipo y de comunicación; y en generar placer por satisfacer la curiosidad innata de la naturaleza humana, sin encorsetar sus mentes forzándolos a estudiar de memoria respuestas sin significado a preguntas que ellos jamás se hicieron.

Es preciso entonces, conocer las concepciones que tienen los docentes actualmente de la química en relación a su enseñanza y la relación de esta con su historia y filosofía. (Camacho & Quintanilla, 2009) indican que los profesores se aproximan a una visión constructivista de la ciencia, la Historia de la Ciencia, se concibe como una forma de contextualizar el contenido científico [...] el profesorado de química considera que las meta ciencias (Historia y Naturaleza de la Ciencia) mejoran la comprensión contextual y conceptual de la actividad científica, a pesar de existir dificultades como la formación del profesorado, los programas curriculares

y las temáticas disciplinares. Adicionalmente (Quintanilla, Cabrera, & Zambrano, 2022) afirman que, para los docentes en formación, los diferentes procesos complejos de desarrollo profesional dejan en evidencia representaciones epistemológicas y conocimientos especializados del profesorado acerca de la ciencia, su historia y enseñanza, dimensiones naturales del trabajo educativo en sus aulas, estableciendo así una estrecha relación entre la historia y filosofía de la química con los procesos de enseñanza y aprendizaje.

De todo lo anterior es posible establecer algunas relaciones con el fin de entender como estos aspectos se hacen relevantes para la química como ciencia.

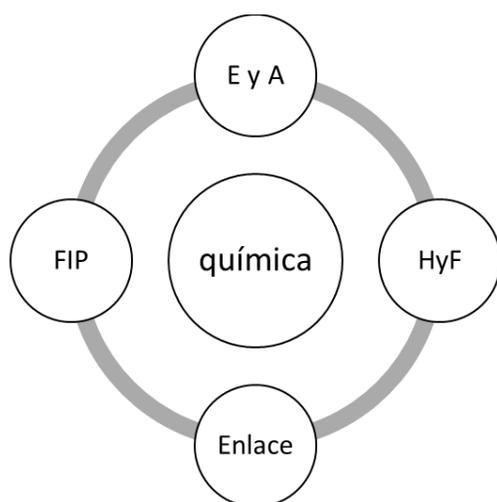


Gráfico 1 Relación entre Historia y filosofía de la química (H y F), Enseñanza y aprendizaje de la química (E y A), Formación inicial de Profesores (FIP) y enlace químico (Enlace).

La química es una ciencia autónoma desde su origen, lo que se evidencia en sus procesos de generación de conocimientos a lo largo de la historia. El enlace químico es un concepto fundamental en la química que ha evolucionado con el tiempo, y su comprensión a través de la historia y filosofía de la química puede ayudar a los docentes en formación inicial a reconocer la importancia de estas herramientas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. De esta manera, se logra una visión diferente y posiblemente más útil de los conceptos químicos, lo que puede generar un avance en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En la formación inicial de profesores de química, es fundamental proveer herramientas que permitan mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una de estas herramientas es la historia y filosofía de la química, ya que permite contextualizar los conceptos y aportar a una mayor comprensión de estos. Así, los docentes en formación inicial pueden reconocer la importancia de utilizar la historia y filosofía de la química en su enseñanza.

5. MARCO METODOLÓGICO

En este trabajo se utilizó una metodología de investigación cuantitativa por medio de un cuestionario Likert ya que este permite medir la opinión, actitud o percepción de los individuos sobre un tema determinado. Además, la metodología de Likert permite obtener datos objetivos y cuantificables sobre la percepción de los individuos, y un análisis estadístico posterior.

Las fases que se siguieron en el proceso fueron: (a) Revisión de la literatura relacionada con la temática para tener una base sólida para la construcción del instrumento; (b) Diseño del instrumento en base a los objetivos específicos que se plantearon para la investigación y los resultados obtenidos en la revisión de la literatura; (c) Aplicación de una prueba piloto del instrumento en un pequeño grupo de docentes en formación para evaluar su aplicabilidad y obtener retroalimentación sobre posibles mejoras; (d) Análisis de los resultados obtenidos de la aplicación piloto del instrumento para obtener conclusiones y responder a la pregunta de investigación; y (e) Presentación de los resultados obtenidos y conclusiones sobre las implicaciones para la práctica de la enseñanza de la química.

5.1 PRUEBA LIKERT

El instrumento diseñado para este trabajo es un cuestionario tipo Likert, este método de recolección posibilita la obtención de información variada sobre los sujetos, por ejemplo, información compleja y subjetiva que requiere una mayor elaboración de la persona interrogada, como son sus percepciones, actitudes, representaciones, preferencias, opiniones, a las que se accede a través de “lo dicho” o la expresión de la persona (Fabila, Minami, & Izquierdo, 2013).

La forma de evaluar las respuestas es una escala aditiva con un nivel ordinal, esta consta de una serie de ítems entre los que el encuestado debe elegir, a cada respuesta se le asigna una puntuación que al ser sumada con las demás permite conocer el acuerdo o desacuerdo de cada persona en relación a las categorías que se exploran. Por lo tanto, es apropiada para explorar las concepciones que los docentes en formación tienen en relación a la química y su historia.

6. CONSTRUCCION Y VALIDACION DEL INSTRUMENTO

El instrumento se creó utilizando como referencia tres cuestionarios elaborados por el profesor PhD. John Jairo Briceño Martínez, en su investigación doctoral, titulada “La argumentación y la reflexión en los procesos de mejora de los profesores universitarios colombianos de ciencia en activo. Aplicación de estrategias formativas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza” para indagar sobre las percepciones de la ciencia en docentes que aplican a un grado de maestría. Se seleccionaron y reformularon preguntas de estos cuestionarios con el objetivo de adaptarlas para determinar las concepciones que tienen los docentes en formación de química sobre esta materia.

Desde la perspectiva del autor de este trabajo, se han establecido las siguientes categorías por ser relevantes en la exploración de la imagen que tienen los docentes en formación sobre la química y cómo esto se refleja en su práctica, así como en la importancia que le otorgan a la historia de la química en su enseñanza:

- Concepción actual de la química.
- Enseñanza de química, perspectiva del docente.
- Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.
- Dificultad de la enseñanza de la química
- Objetivos al enseñar química.
- Importancia de la historia de la química.

Se presentaron 40 enunciados en forma de afirmaciones y preguntas y para cada uno se proporcionaron tres opciones. Se asignó un valor de uno a tres a cada opción, donde uno muestra una distancia hacia el pensamiento asertivo en relación a la categoría correspondiente y tres indica una inclinación más cercana a las percepciones esperadas.

En las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se presentan los enunciados para cada categoría con sus respectivas opciones y los valores otorgados a cada una de ellas.

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P1	En el mundo globalizado y tecnificado ¿es relevante enseñar química?	Si, porque un mayor entendimiento de la química contribuye a que la sociedad tome decisiones más adecuadas relacionadas al medio en el que habitan.	3
		Si, porque la química implica todo loque nos rodea y conocer cómo funciona establece una ventaja sobre el medio	2

		No, la química solo es necesaria en casos muy específicos y para la mayoría de personas es irrelevante	1
P2	De acuerdo con mi avance en el aprendizaje de la química ¿es adecuado afirmar que su imagen mejora?	Sí, una imagen más completa y por tanto cada vez más nítida	3
		Sí, una imagen menos distorsionada, aunque siempre será difusa	2
		No, sólo sirve para usarlo con nuevas posibilidades	1
P3	¿La química es responsable por el daño ambiental que genera su aplicación?	No, La química como ciencia no daña, esto depende del uso que se le dé	3
		A veces, en algunos casos, su uso genera efectos o sustancias no deseadas	2
		Si, si no se utilizara no habría estos daños.	1
P4	La química es, sobre todo:	El conocimiento más preciso y exacto de la composición y comportamiento de la materia	3
		Una construcción teórica ajustada a los datos empíricos	2
		Un esfuerzo racional y conjunto de personas expertas	1
P5	Es mejor asumir la química como un conocimiento que:	Propone y contrasta teorías para explicar la interacción entre sustancias su comportamiento.	3
		Contiene un conjunto de ideas coherente y consensuado	2
		Intenta descubrir el cómo y porqué del comportamiento de las sustancias.	1
P6	¿Es posible afirmar que la	Sí, la confrontación de la teoría con la experiencia no es rígida	3

	ciencia progresa más desde la flexibilidad que desde la rigidez?	No, el éxito de la química se debe al rigor en su experimentación.	2
		No, datos empíricos contrastados pueden eliminar sin más una teoría	1
P7	Como futuros docentes, se debe reconocer que la química:	Es autónoma, no depende de otras ciencias para tener sentido	3
		Necesita algunos conceptos de otras ciencias para soportar sus teorías.	2
		Es explicable desde la física pues esta explica las partículas básicas de la composición atómica, de lo que trata la química.	1
P8	Los conceptos químicos	Se mantienen y coexisten con los nuevos Conceptos.	3
		Varían y se acomodan a las nuevas teorías.	2
		Cambian completamente siempre que se establece una nueva teoría	1

Tabla 1 Categoría Concepción actual de la química.

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P9	En general, cuando la química crece por las aportaciones individuales ¿a qué se parece más?	Al aumento del agua de un vaso donde se echa una gota.	3
		Al encaje de una nueva pieza en un puzzle.	2
		Al crecimiento de un ser vivo tras digerir sucesivas comidas.	1
P10	La organización de los conceptos de química se asemeja más a:	Una red, pues los conceptos se relacionan unos con otros de diferente forma permitiendo explicar un concepto desde diferentes perspectivas.	3

		Una escalera, porque no se puede llegar a algunos conceptos sin conocer otros más básicos necesarios para su entendimiento.	2
		Una pirámide, pues los conceptos en principio son bastantes, pero a medida que se avanza estos van disminuyendo pues al relacionarse se establecen conceptos que engloban a los anteriores.	1
P11	De las teorías químicas actualmente aceptadas ¿considera que existen algunas que sean más validas que otras?	No, pues cada teoría permite explicar aspectos de un fenómeno que otra no	3
		No, cada teoría implica una perspectiva diferente para explicar un fenómeno determinado	2
		Si, porque explican mejor los fenómenos que se estudian.	1
P12	Enseñar química se asemeja más a:	ayudar a ver más allá de los sentidos	3
		Revelar lo oculto del mundo que nos rodea	2
		Enseñar a una persona invidente los colores	1
P13	Una forma excelente de enseñar química es:	Explicando los conceptos y relacionándolos adecuadamente, los experimentos generalmente no permiten evidenciar la teoría	3
		A través de prácticas bien diseñadas pues desde ahí es más fácil explicarlos conceptos	2
		Explicando los conceptos y realizando prácticas de laboratorio acordes a estos	1

P14	Sobre el mundo cotidiano que conocemos ¿es posible que un mayor conocimiento de la química revele nuevos conceptos tan reales como pueda ser una mesa?	No, lo que lleva es a entender más los conceptos o ver nuevas relaciones entre ellos	3
		No, lo que supone es tener imágenes más completas de los objetos	2
		Sí, ocurre cuando se estudia en detalle cualquier cosa	1
P15	El conocimiento en química ¿se puede estudiar desde las líneas que la componen?	Sí, como puzzle de asociación de ideas se puede analizar por partes	3
		Sí, como máquina desmontable, se pueden analizar las líneas y relaciones.	2
		No, la capacidad de las líneas de la química combinadas es mayor que separadas	1

Tabla 2 Categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P16	Al enseñar química se deben realizar las aclaraciones en relación al uso de analogías o metáforas o modelos porque:	Los estudiantes pueden otorgar propiedades del modelo al concepto que se explica generando errores en su comprensión.	3
		Explicar conceptos químicos que se dan en lo micro a partir de modelos macro puede generar conflictos en las relaciones conceptuales del estudiante.	2
		La forma de asociar la información recibida por los estudiantes puede llevar el concepto en una dirección errónea	1
P17	El componente experimental en la enseñanza de la	Evidenciar que es necesario un proceso de abstracción para relacionarla teoría con el fenómeno	3

	química permite al estudiante:	Explicar el porqué del fenómeno replicado en el laboratorio	2
		Comprobar que lo que aprende en la teoría es visible en la práctica.	1
P18	El estudiante asume que la explicación del profesor es correcta.	No siempre, porque los estudiantes pueden generar una idea errónea a pesar del esfuerzo del profesor para hacerse entender	3
		Si, siempre que el profesor haya tomado el tiempo para aclarar todas las dudas.	2
		Si, pues el profesor cuenta con la información necesaria para darse a entender.	1
P19	¿Según usted, cómo aparecen las primeras concepciones de química en el sujeto?	Las aportan los medios de comunicación y se van llenando con la experiencia	3
		Al tomarlas del medio a través de la experiencia.	2
		Percibiendo con los sentidos las experiencias con el medio.	1
P20	¿De acuerdo con su experiencia, qué es lo que más influye para aprender química?	La curiosidad de entender el comportamiento de las sustancias.	3
		La vocación innata hacia el conocimiento	2
		La obligación relacionada a la aprobación de cursos escolares	1
P21	Al aprender química ¿hay diferencia entre el conocimiento empírico del	Si, porque la teoría explica los fenómenos, pero es necesario interpretar adecuadamente la experiencia para evidenciarlo	3

	estudiante y la teoría que se le enseña?	Si, porque en la química, siempre es diferente la teoría de lo evidenciable en la práctica.	2
		No, en general la teoría concuerda con lo que se percibe.	1
P22	Aprender química es semejante a:	Reconstruir una casa	3
		Recorrer un camino desconocido	2
		Escribir en una hoja en blanco	1
P23	¿En la química es posible la coexistencia de teorías opuestas entre ellas?	Si, debido a que aún es una ciencia en construcción no hay teorías que expliquen un fenómeno en su totalidad.	3
		Si, porque los enfoques diferentes implican tener en cuenta otros factores para explicar un fenómeno.	2
		No, ya que las teorías actuales han superado a las antiguas haciéndolas obsoletas e innecesarias.	1

Tabla 3 Categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P24	Enseñar química es:	Difícil, porque, en la mayoría de casos, los estudiantes no asocian la teoría y la práctica.	3
		Fácil, si se complementa la teoría bien explicada con prácticas adecuadas	2
		Fácil, pues una buena práctica de laboratorio evidencia la teoría sin problema	1
P25	¿Cuál factor puede ser considerado	La dificultad de abstracción de los conceptos químicos	3

	como el más complicado a la hora de aprender química?	La imagen previa que tiene el estudiante acerca de la química.	2
		El grado de motivación del estudiante.	1
P26	La principal razón que explica la complejidad del conocimiento en química es:	Las ideas cambian con frecuencia ante nuevos datos y debates	3
		La acumulación de datos impide crear cierto orden.	2
		La realidad del químico cambia con el cambio de teorías	1

Tabla 4 Categoría Dificultad de la enseñanza de la química

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P27	¿Avanzaría más rápido y mejor la Química si estuviese controlada por industria?	Es posible, pero solo se avanzaría hacia áreas muy específicas.	3
		Si, al fomentar la competitividad se avanza rápido en todas las direcciones.	2
		No, pues solo desde la neutralidad se desarrolla la química.	1
P28	El currículo de química debe hacer énfasis en:	Propender a construir valores relacionados con la química para con el entorno	3
		Mayor comprensión del funcionamiento químico del entorno.	2
		Conocimiento químico relevante para el estudiante	1
P29	Para aprender química el estudiante debería:	Aprender la mayor cantidad de teoría pues esto le permitirá explicar los fenómenos.	3
		Experimentar e intentar respaldar sus resultados con la teoría.	2

		Realizar prácticas hasta tener la experticia de obtener siempre el resultado que pretende	1
P30	El asertivo aprendizaje de la química implica:	La capacidad para tomar decisiones adecuadas relacionadas con el medioambiente y la interacción con él	3
		Un mayor entendimiento de cómo funciona el mundo.	2
		El conocimiento para modificar el medio	1
P31	¿Es de obligatoriedad usar el método científico en el desarrollo de la química?	No, aunque se sigue un plan, hay que ser creativos y flexibles ante la sorpresa.	3
		Sí, el método asegura resultados más válidos y racionales.	2
		Sí, el método asegura la toma de datos fiables.	1
P32	Dentro del conocimiento químico ¿hay espacio para la duda?	Si, porque las teorías pueden ser cuestionadas por otras, es la manera de avanzar en la química	3
		A veces, pues hay teorías que aun presentan fallas que lo permiten.	2
		No, el conocimiento existente es correcto e infalible.	1

Tabla 5 Categoría Objetivos al enseñar química.

Código	Enunciado	Respuestas	Valor
P33	¿El contexto socio-cultural permea a la química?	Si, pues establece la dirección de sus avances.	3
		Solo en los casos que se requiera por alguna necesidad específica	2

		No, porque los conceptos químicos son iguales en todos los contextos.	1
P34	En un mundo globalizado, para la enseñanza de la química:	Es importante dar el contexto en el que se generaron los conceptos pues esto permite un mayor entendimiento de estos	3
		Se debe incluir siempre una explicación profunda del surgimiento de los conceptos existentes	2
		Necesita centrarse únicamente en la explicación y aplicación de los conceptos que rigen actualmente	1
P35	Usted considera que la historia de la química es:	Importante en su explicación porque permite explicar los fundamentos de los conceptos actualmente.	3
		Relevante porque el contexto histórico ha impulsado el desarrollo de ciertas teorías	2
		Innecesaria porque los conceptos ya no tienen que ver con los planteados en el pasado	1
P36	Según su conocimiento ¿Cuál explicación del enlace químico es más acertada?	Una medida de las proporciones que se dan entre sustancias que interactúan para producir otras.	3
		La relación electrónica dada entre dos átomos para formar una molécula.	2
		Una interacción de energía entre dos o más átomos.	1
P37	Para John Dalton, que los átomos se unieran era una propiedad inherente a ellos y los relacionaba según	Esto es el comienzo de la explicación actual del concepto de enlace químico.	3
		Si bien no es la base del concepto de enlace químico si dio luces para explicarlo en el futuro.	2

	las masas que reaccionaban de cada elemento.	No tiene nada que ver con el enlace químico pues este no se explica en su teoría.	1
P38	El concepto de electrón de Valencia	Está más relacionado a las proporciones que interactúan de una y otra sustancia en una reacción química	3
		Surgió de la necesidad de explicar el enlace químico a finales del siglo XIX.	2
		Es resultado de los estudios fisicoquímicos de la primera mitad del siglo XX	1
P39	La ley del octeto es:	Un modelo que explica la interacción entre los electrones de la capa divalencia de los átomos en una molécula.	3
		Una teoría que permite explicar porque se unen determinados átomos	2
		Una forma de explicar la geometría de algunos compuestos químicos.	1
P40	La electronegatividad es:	No siempre necesaria para saber si se da o no un enlace	3
		Una ayuda para saber qué relación se puede dar entre dos átomos.	2
		Indispensable para determinar la naturaleza del enlace químico.	1

Tabla 6 Categoría Importancia de la historia de la química.

De acuerdo a los puntajes otorgados a las respuestas del cuestionario se tienen las siguientes puntuaciones posibles sumando la totalidad de las respuestas.

Categoría	Puntaje mínimo	Puntaje máximo
Concepción actual de la química.	192	576
Enseñanza de química, perspectiva del docente.	168	504
Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.	192	576

Dificultad de la enseñanza de la química	72	216
Objetivos al enseñar química.	144	432
Importancia de la historia de la química.	192	576

Tabla 7 Puntuaciones mínimas y máximas por categoría.

Este instrumento fue revisado por dos docentes especialistas con grado Magister y PhD en educación en química y filosofía de las ciencias quienes indicaron la necesidad de revisar la redacción de algunos enunciados, la coherencia de las respuestas además de la necesidad de establecer categorías y criterios de evaluación coherentes y consistentes con los objetivos del trabajo.

Con los datos obtenidos en la aplicación del cuestionario se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach con los siguientes resultados.

Sumatoria de varianza	17,6
Varianza de la suma de los ítems	28,9
Coeficiente Alfa Cronbach	0,4

Tabla 8 Resultados Alfa de Cronbach

Este valor indica que la consistencia del cuestionario es apenas aceptable sin embargo esto puede deberse a que el valor de alfa es afectado directamente por el número de ítems que componen una escala. A medida que se incrementa el número de ítems, se aumenta la varianza sistemáticamente (Oviedo & Campo, 2005).

7. RESULTADOS Y ANALISIS

Este cuestionario fue aplicado a un grupo de 24 estudiantes de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, 12 hombres y 12 mujeres en edades entre los 18 y 47 años residentes en la ciudad de Bogotá D. C. exceptuando a tres de ellos que viven en municipios aledaños. La siguiente tabla relaciona la cantidad de estudiantes según el semestre que cursan.

Semestre cursado	Cantidad de estudiantes
6	6
7	5
8	2
9	6
10	5

Tabla 9 Cantidad de estudiantes por semestre.

Se puede afirmar que, de acuerdo con el currículo de la licenciatura en química, los docentes en formación ya han completado los espacios académicos de formación filosófica e historia y epistemología de la química.

Con el fin de establecer un punto de referencia o comparación para evaluar los resultados obtenidos se expresan las concepciones del autor en referencia a las categorías que se exploran con la aplicación de este instrumento.

La química es una ciencia autónoma que ha evolucionado a lo largo de los siglos y ha sido fundamental para el avance de la humanidad en diversos campos, como la medicina, la tecnología y la industria. Sin embargo, enseñar química puede resultar difícil debido a la complejidad de los conceptos y teorías que se abordan en esta disciplina científica.

Es necesario reconocer las dificultades de enseñar química para plantear soluciones adecuadas que permitan superarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una de las claves para lograrlo es entender que la historia y filosofía de la química son importantes para dar soporte a los conceptos y teorías que surgen de esta ciencia. Por lo tanto, desconocer la historia de la química en el proceso de enseñanza y aprendizaje puede generar desconexión entre las teorías y conceptos e impedir una correcta generación de redes conceptuales en el estudiante.

Es importante, entonces, desarrollar didácticas adecuadas para enseñar química. Esto implica no solo la utilización de recursos pedagógicos innovadores, sino también la formación de los docentes en este campo. Velar por dar herramientas a los futuros docentes contribuye a su formación y a mejorar su actuar en el aula.

El objetivo de la química debe ser el de contribuir al desarrollo de las sociedades desde sus aportes. La química debe servir como guía al tomar decisiones concernientes al medio en el que cada persona habita, buscando siempre un equilibrio con este. En este sentido, la química es una disciplina que debe estar comprometida con el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba piloto. Para cada categoría se muestra una tabla que relaciona los enunciados, la cantidad de respuestas obtenidas y la suma de sus puntajes según las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 respectivamente, además de un gráfico en el que se puede ver, para cada enunciado, cuantas personas respondieron cada opción, siendo la opción en amarillo la más asertiva, la azul un punto intermedio y la opción en rojo la que más se aleja de lo que se interpreta como apropiado en esta investigación.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
En el mundo globalizado y tecnificado ¿es relevante enseñar química?	24	66
Sí, porque la química implica todo lo que nos rodea y conocer cómo funciona establece una ventaja sobre el medio.	6	12
Sí, porque un mayor entendimiento de la química contribuye a que la sociedad tome decisiones más adecuadas relacionadas al medio en el que habitan.	18	54
De acuerdo con mi avance en el aprendizaje de la química ¿es adecuado afirmar que su imagen mejora?	24	67
Sí, una imagen menos distorsionada, aunque siempre será difusa.	5	10
Sí, una imagen más completa y por tanto cada vez más nítida.	19	57
¿La química es responsable por el daño ambiental que genera su aplicación?	24	58
No, La química como ciencia no daña, esto depende del uso que se le dé.	13	39
Sí, si no se utilizara no habría estos daños.	3	3
A veces, en algunos casos, su uso genera efectos o sustancias no deseadas.	8	16
Es mejor asumir la química como un conocimiento que:	24	63
Propone y contrasta teorías para explicar la interacción entre sustancias y su comportamiento.	19	57
Intenta descubrir el cómo y porqué del comportamiento de las sustancias.	4	4
Contiene un conjunto de ideas coherente y consensuado.	1	2
La química es, sobre todo:	24	63
Una construcción teórica ajustada a los datos empíricos.	5	10
Un esfuerzo racional y conjunto de personas expertas.	2	2
El conocimiento más preciso y exacto de la composición y comportamiento de la materia.	17	51
¿Es posible afirmar que la ciencia progresa más desde la flexibilidad que desde la rigidez?	24	53
No, el éxito de la química se debe al rigor en su experimentación.	9	18
Sí, la confrontación de la teoría con la experiencia no es rígida.	10	30

No, datos empíricos contrastados pueden eliminar sin más una teoría.	5	5
Como futuros docentes, se debe reconocer que la química:	24	48
Necesita algunos conceptos de otras ciencias para soportar sus teorías.	16	32
Es autónoma, no depende de otras ciencias para tener sentido.	4	12
Es explicable desde la física pues esta explica las partículas básicas de la composición atómica, de lo que trata la química.	4	4
Los conceptos químicos	24	57
Varían y se acomodan a las nuevas teorías.	11	22
Se mantienen y coexisten con los nuevos Conceptos.	11	33
Cambian completamente siempre que se establece una nueva teoría.	2	2
Total, general	192	475

Tabla 10 Resultados categoría Concepción actual de la química.

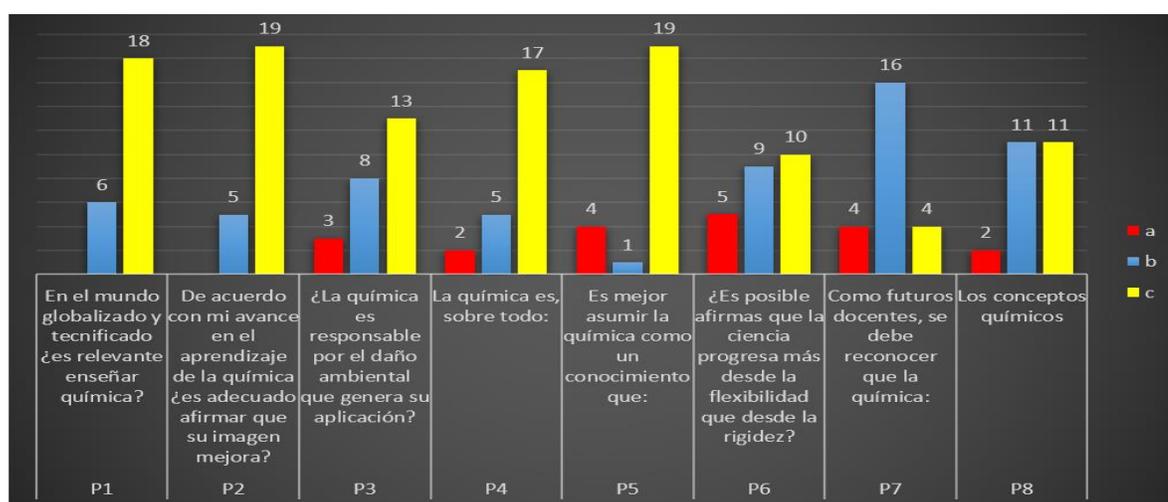


Gráfico 2 Resultados categoría Concepción actual de la química.

Para la categoría Concepción actual de la química las preguntas se enfocaron en la imagen que tienen de la química los futuros docentes, estas preguntas están relacionadas con la percepción y el papel de la química en la sociedad y su enseñanza. Se cuestiona la relevancia de la enseñanza de la química en un mundo globalizado y tecnificado, la evolución en el aprendizaje de la química y su impacto en la imagen de esta, la responsabilidad de la química en el daño ambiental, la percepción de la química como conocimiento y el papel que deben tener los futuros docentes de química.

Los resultados obtenidos muestran que los encuestados se acercan a la postura de Izquierdo (2004), quien argumenta que la química como ciencia debería contribuir al bienestar de la sociedad en áreas como la salud, la paz y la protección del medio ambiente. También se evidencia una concepción de esta ciencia como flexible, en constante evolución y dinámica en un mundo globalizado y tecnificado.

Esto teniendo en cuenta no solo el puntaje global de la categoría sino también, las respuestas dadas a algunas preguntas específicas, como es el caso de P1 para la

que 18 de los 24 encuestados opinan que la química es relevante debido a que, según su elección, un mayor entendimiento de la química contribuye a que la sociedad tome decisiones más adecuadas relacionadas al medio en el que habitan. También si se tiene en cuenta que 13 de los encuestados percibe que la química, como ciencia, no representa peligro, esto dependerá de quien y para que se aplique. Por otro lado, de acuerdo con la respuesta del enunciado P7, es evidente que no ven la química como una ciencia autónoma, para la mayoría de ellos, es necesario utilizar conceptos “pertenecientes” a otras ciencias para explicarla.

En relación con proceso de enseñanza y aprendizaje de la química y teniendo en cuenta como este se permea con las concepciones que el docente tiene respecto a la química, los futuros profesores reconocen la química como aportante a la sociedad, esto tiende hacia los contenidos actitudinales y valóricos en la formación de profesores de química porque permitirá responder a los cambios provenientes de la ciencia y la tecnología, que contribuye a imaginar una sociedad justa, plural, satisfactoria de las aspiraciones y necesidades humanas (Quintanilla, Cabrera, & Zambrano, 2022). Sin embargo, hace falta la integración de la historia y filosofía de la química en la medida en que esta permitirá que los docentes cambien su perspectiva en cuanto a la naturaleza de la química como ciencia, otorgándole su autonomía e independencia de otras ciencias y así, poder dar explicaciones utilizando conceptos propios de la química y desde el contexto indicado fortaleciendo su futura labor educativa.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
En el mundo globalizado y tecnificado ¿es relevante enseñar química?	24	66
Sí, porque la química implica todo lo que nos rodea y conocer cómo funciona establece una ventaja sobre el medio.	6	12
Sí, porque un mayor entendimiento de la química contribuye a que la sociedad tome decisiones más adecuadas relacionadas al medio en el que habitan.	18	54
De acuerdo con mi avance en el aprendizaje de la química ¿es adecuado afirmar que su imagen mejora?	24	67
Sí, una imagen menos distorsionada, aunque siempre será difusa.	5	10
Sí, una imagen más completa y por tanto cada vez más nítida.	19	57
¿La química es responsable por el daño ambiental que genera su aplicación?	24	58
No, La química como ciencia no daña, esto depende del uso que se le dé.	13	39
Sí, si no se utilizara no habría estos daños.	3	3
A veces, en algunos casos, su uso genera efectos o sustancias no deseadas.	8	16
Es mejor asumir la química como un conocimiento que:	24	63
Propone y contrasta teorías para explicar la interacción entre sustancias y su comportamiento.	19	57
Intenta descubrir el cómo y porqué del comportamiento de las sustancias.	4	4

Contiene un conjunto de ideas coherente y consensuado.	1	2
La química es, sobre todo:	24	63
Una construcción teórica ajustada a los datos empíricos.	5	10
Un esfuerzo racional y conjunto de personas expertas.	2	2
El conocimiento más preciso y exacto de la composición y comportamiento de la materia.	17	51
¿Es posible afirmar que la ciencia progresa más desde la flexibilidad que desde la rigidez?	24	53
No, el éxito de la química se debe al rigor en su experimentación.	9	18
Sí, la confrontación de la teoría con la experiencia no es rígida.	10	30
No, datos empíricos contrastados pueden eliminar sin más una teoría.	5	5
Como futuros docentes, se debe reconocer que la química:	24	48
Necesita algunos conceptos de otras ciencias para soportar sus teorías.	16	32
Es autónoma, no depende de otras ciencias para tener sentido.	4	12
Es explicable desde la física pues esta explica las partículas básicas de la composición atómica, de lo que trata la química.	4	4
Los conceptos químicos	24	57
Varían y se acomodan a las nuevas teorías.	11	22
Se mantienen y coexisten con los nuevos Conceptos.	11	33
Cambian completamente siempre que se establece una nueva teoría.	2	2
Total, general	192	475

Tabla 11 Resultados categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.

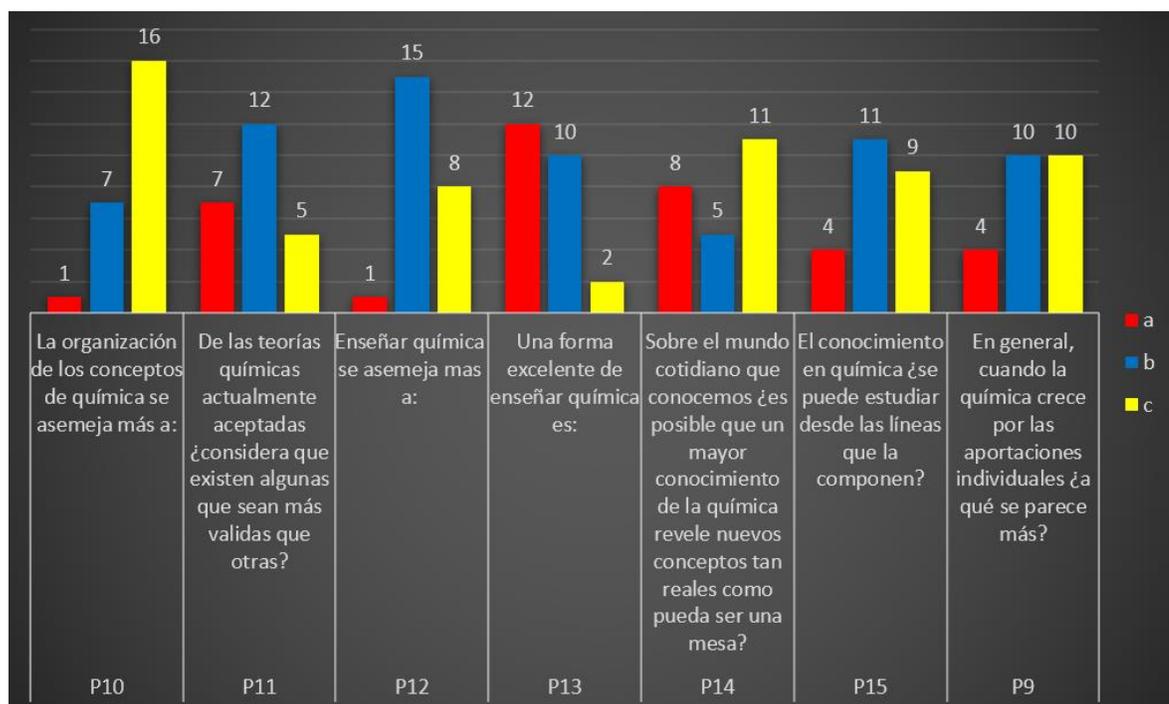


Gráfico 3 Resultados categoría Enseñanza de química, perspectiva del docente.

La siguiente categoría, enseñanza de química, perspectiva del docente. Explora como los docentes en formación afrontan el proceso de enseñanza de esta ciencia abarcando aspectos como la organización de los conceptos químicos y su relación con otros conocimientos, la validez de las teorías químicas, la relación entre el conocimiento de la química y el mundo cotidiano, las diferentes perspectivas desde donde es posible abordarla y demás aspectos relacionados a la forma en la que se puede enseñar.

Si bien el resultado obtenido de esta categoría se aleja un poco de lo que se espera debería ser prioridad para el docente, refiriéndose al grupo, 15 de los futuros docentes consideran la enseñanza de la química de forma similar al pensamiento de (Izquierdo M. , 2004) y (Izquierdo, García, Quintanilla, & Adúriz, 2016): En el aula, la ciencia debe enfocarse en fenómenos relevantes y significativos y la clase debe fomentar una dinámica que permita pensar, hacer y comunicar de manera coherente según las reglas de la química. Además, se deben vincular los fenómenos concretos con explicaciones teóricas formales. Esto requiere una planificación cuidadosa de lo que se enseñará, cómo y con qué propósito.

La comprensión de los profesores sobre cómo se construye la química se ve reflejada en las respuestas a los enunciados P10 y P11, que muestran la química como una red de conceptos interconectados que pueden ser abordados desde diferentes perspectivas. Al entender esta estructura, los profesores pueden guiar a los estudiantes a través de ella, enlazando conceptos y teorías y facilitando así su proceso de aprendizaje, puede ser aún mejor, si se agrega el contexto e historia relevante a esta forma de enseñanza para los estudiantes.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
Al enseñar química se deben realizar las aclaraciones en relación al uso de analogías o metáforas o modelos porque:	24	42
La forma de asociar la información recibida por los estudiantes puede llevar el concepto en una dirección errónea.	11	11
Los estudiantes pueden otorgar propiedades del modelo al concepto que se explica generando errores en su comprensión.	5	15
Explicar conceptos químicos que se dan en lo micro a partir de modelos macro puede generar conflictos en las relaciones conceptuales del estudiante.	8	16
El componente experimental en la enseñanza de la química permite al estudiante:	24	54
Explicar el porqué del fenómeno replicado en el laboratorio.	4	8
Evidenciar que es necesario un proceso de abstracción para relacionar la teoría con el fenómeno.	13	39
Comprobar que lo que aprende en la teoría es visible en la práctica.	7	7
El estudiante asume que la explicación del profesor es correcta.	24	58
Si, pues el profesor cuenta con la información necesaria para darse a entender.	5	5
No siempre, porque los estudiantes pueden generar una idea errónea a pesar del esfuerzo del profesor para hacerse entender.	15	45

Si, siempre que el profesor haya tomado el tiempo para aclarar todas las dudas.	4	8
¿Según usted, cómo aparecen las primeras concepciones de química en el sujeto?	24	39
Percibiendo con los sentidos las experiencias con el medio.	14	14
Las aportan los medios de comunicación y se van llenando con la experiencia.	5	15
Al tomarlas del medio a través de la experiencia.	5	10
¿De acuerdo con su experiencia, qué es lo que más influye para aprender química?	24	59
La curiosidad de entender el comportamiento de las sustancias.	14	42
La vocación innata hacia el conocimiento.	7	14
La obligación relacionada a la aprobación de cursos escolares.	3	3
Al aprender química ¿hay diferencia entre el conocimiento empírico del estudiante y la teoría que se le enseña?	24	63
Si, porque en la química, siempre es diferente la teoría de lo evidenciable en la práctica.	5	10
No, en general la teoría concuerda con lo que se percibe.	2	2
Si, porque la teoría explica los fenómenos, pero es necesario interpretar adecuadamente la experiencia para evidenciarlo.	17	51
Aprender química es semejante a:	24	52
Escribir en una hoja en blanco.	2	2
Recorrer un camino desconocido.	16	32
Reconstruir una casa.	6	18
¿En la química es posible la coexistencia de teorías opuestas entre ellas?	24	52
Si, porque los enfoques diferentes implican tener en cuenta otros factores para explicar un fenómeno.	16	32
No, ya que las teorías actuales han superado a las antiguas haciéndolas obsoletas e innecesarias.	2	2
Si, debido a que aún es una ciencia en construcción no hay teorías que expliquen un fenómeno en su totalidad.	6	18
Total, general	192	419

Tabla 12 Resultados categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.

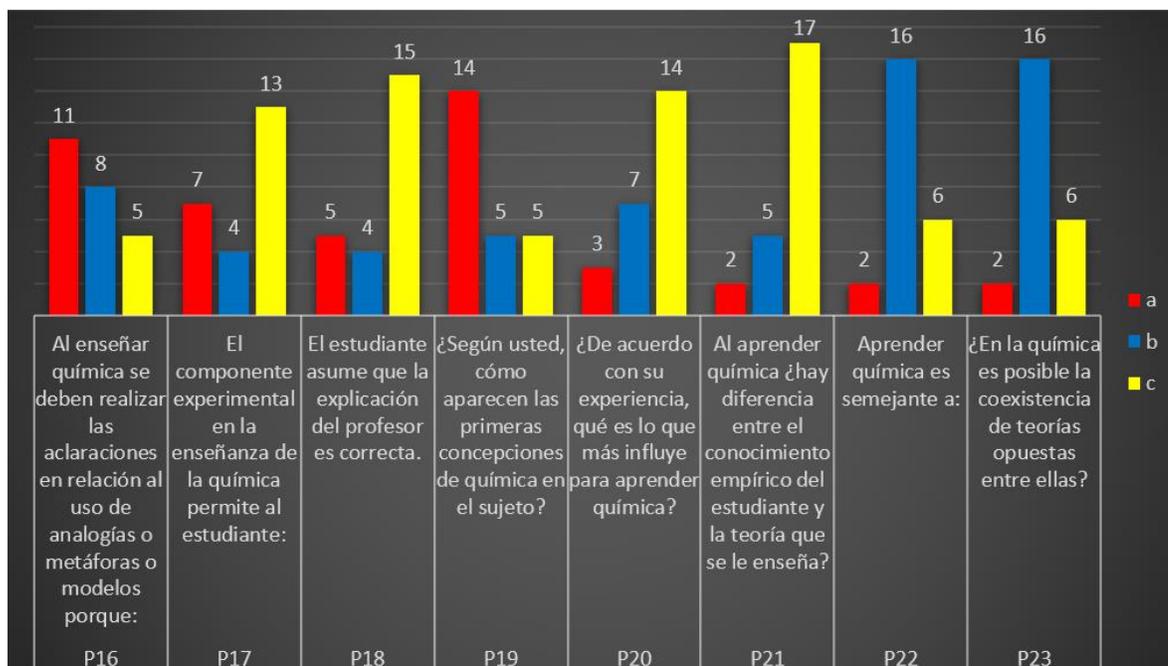


Gráfico 4 Resultados categoría Aprendizaje de la química, importancia de la didáctica.

La categoría aprendizaje de la química, importancia de la didáctica trata de las creencias que el docente en formación tiene en cuanto al como aprenden química los estudiantes. Las preguntas permiten conocer, desde la perspectiva de los docentes en formación, como los estudiantes empiezan a aprender química antes de la educación formal, como estas ideas preexistentes se deben tener en cuenta, los vínculos que sus estudiantes puedan tener con el aprendizaje de la química y las dificultades al asimilar la información que se les presenta en las clases.

Galagovsky en sus escritos de 2007 y 2008 plantea que, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, dos aspectos son críticos para tener en cuenta. Primero, es necesario reconocer los conocimientos previos de los estudiantes, que se refiere a la información que ya tienen en su mente. En segundo lugar, el lenguaje utilizado en la enseñanza es fundamental para la comunicación efectiva entre el profesor y el estudiante. La química tiene un lenguaje especialmente complejo que puede ser difícil de procesar para los estudiantes. Por lo tanto, es importante utilizar un lenguaje claro y preciso al dar explicaciones y hacer las aclaraciones necesarias para evitar interpretaciones erróneas. También, es fundamental recordar que los modelos teóricos en química pueden ser refutados o reinterpretados y que a veces un fenómeno puede explicarse de diferentes maneras.

El alto puntaje obtenido en esta categoría afirma que en general los docentes en formación son conscientes de estos aspectos lo que se espera permita que en su futura práctica docente el desarrollo de didácticas eficientes y el cuidado en la

comunicación sean primordiales permitiendo que el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química sea más efectivo.

De esta forma si el docente cuenta con herramientas como la historia y la filosofía y reflexiona sobre cómo se llegaron a diferentes conceptos cuando estos apenas estaban en construcción le será más fácil plantear practicas o clases teóricas para enseñar química y lograr que la abstracción de esto por parte de los estudiantes sea la más adecuada.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
Enseñar química es:	24	59
Fácil, pues una buena práctica de laboratorio evidencia la teoría sin problema.	2	2
Difícil, porque, en la mayoría de casos, los estudiantes no asocian la teoría y la práctica.	13	39
Fácil, si se complementa la teoría bien explicada con prácticas adecuadas.	9	18
¿Cuál factor puede ser considerado como el más complicado a la hora de aprender química?	24	55
La imagen previa que tiene el estudiante acerca de la química.	9	18
El grado de motivación del estudiante.	4	4
La dificultad de abstracción de los conceptos químicos.	11	33
La principal razón que explica la complejidad del conocimiento en química es:	24	56
Las ideas cambian con frecuencia ante nuevos datos y debates.	15	45
La acumulación de datos impide crear cierto orden.	2	4
La realidad del químico cambia con el cambio de teorías.	7	7
Total, general	72	170

Tabla 13 Resultados categoría Dificultad de la enseñanza de la química.

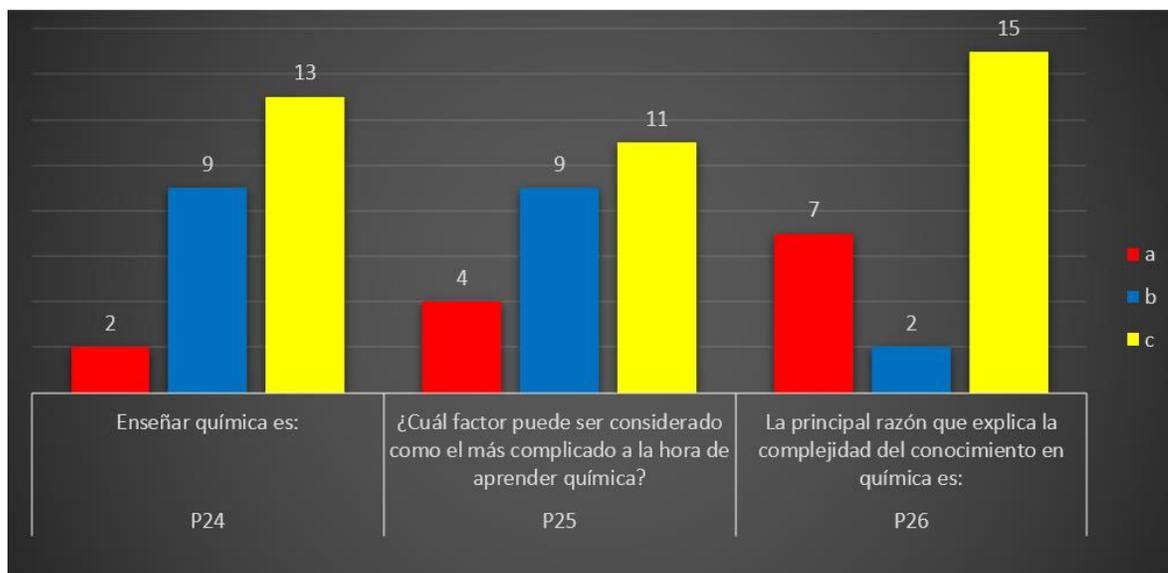


Gráfico 5 Resultados categoría Dificultad de la enseñanza de la química.

En la categoría dificultad de la enseñanza de la química se cuestiona si los docentes son conscientes de algunos de los obstáculos que se presentan en la enseñanza de la química. Según Galagovsky e Izquierdo la enseñanza de la Química es un desafío debido a su naturaleza tanto concreta como abstracta, lo que resulta difícil para los estudiantes y requiere un gran esfuerzo por parte del docente. También, la percepción negativa de la sociedad sobre la química como contaminante del medio ambiente, su salida laboral no recompensadora, así como el currículo extenso y abstracto, alejan a los estudiantes de esta disciplina científica. Por otro lado, la presentación de la química como una ciencia terminada y sin espacio a la duda, en lugar de como un campo de crecimiento y avance, también resulta en una visión rígida y poco atractiva para los estudiantes.

Los resultados muestran que perciben la imagen de la química, la asociación de la teoría y la práctica y la dificultad de abstracción de conceptos, como aspectos a tener en cuenta en su quehacer docente para lo que es necesario un esfuerzo adicional de su parte en aras de superarlos y facilitar así el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. Una opción para lograr superar estos obstáculos es dar explicaciones de tal forma que el estudiante construya en gran medida el concepto, esto es posible si el docente incluye en sus explicaciones, contextos e ideas existentes en el momento en el que se planteó el concepto, pues como menciona (Quintanilla, Cabrera, & Zambrano, 2022) la historia de la ciencia ha tenido una función específica, importante, en la enseñanza de las ciencias, ya que sirve de introducción al profesorado no especialista que se 'aproxima' a ella, mostrando la procedencia y origen del conocimiento científico especializado, cómo se elabora y desarrolla.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
El currículo de química debe hacer énfasis en:	24	51
Mayor comprensión del funcionamiento químico del entorno.	15	30
Propender a construir valores relacionados con la química para con el entorno.	6	18
Conocimiento químico relevante para el estudiante.	3	3
Para aprender química el estudiante debería:	24	51
Experimentar e intentar respaldar sus resultados con la teoría.	17	34
Aprender la mayor cantidad de teoría pues esto le permitirá explicar los fenómenos.	5	15
Realizar prácticas hasta tener la experticia de obtener siempre el resultado que pretende.	2	2
El asertivo aprendizaje de la química implica:	24	60
El conocimiento para modificar el medio.	4	4
La capacidad para tomar decisiones adecuadas relacionadas con el medio ambiente y la interacción con él.	16	48
Un mayor entendimiento de cómo funciona el mundo.	4	8
¿Avanzaría más rápido y mejor la Química si estuviese controlada por industria?	24	63
Es posible, pero solo se avanzaría hacia áreas muy específicas.	18	54
Sí, al fomentar la competitividad se avanza rápido en todas las direcciones.	3	6
No, pues solo desde la neutralidad se desarrolla la química.	3	3
¿Es de obligatoriedad usar el método científico en el desarrollo de la química?	24	45
Sí, el método asegura la toma de datos fiables.	6	6
Sí, el método asegura resultados más válidos y racionales.	15	30
No, aunque se sigue un plan, hay que ser creativos y flexibles ante la sorpresa.	3	9
Dentro del conocimiento químico ¿hay espacio para la duda?	24	65
Sí, porque las teorías pueden ser cuestionadas por otras, es la manera de avanzar en la química.	17	51
A veces, pues hay teorías que aun presentan fallas que lo permiten.	7	14
Total, general	144	335

Tabla 14 Resultados categoría Objetivos al enseñar química.

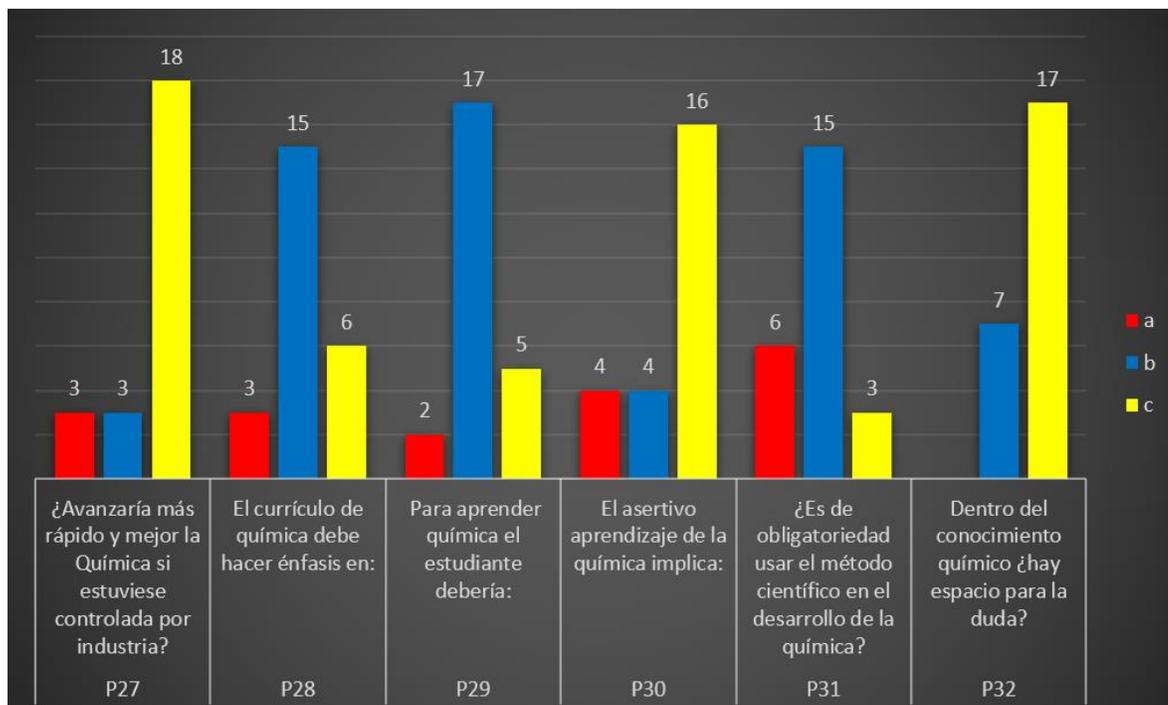


Gráfico 6 Resultados categoría Objetivos al enseñar química.

La categoría objetivos al enseñar química se enfoca en la dirección del desarrollo de esta ciencia desde la perspectiva del profesor en formación. Esta información es valiosa y es crucial tenerla en cuenta, ya que influye en la forma en que el profesor actúa. Según esta categoría, el profesor define y dirige la concepción de química que sus estudiantes tendrán y, a pesar de la dificultad de aprenderla, establece en ellos los objetivos que persigue la química como ciencia que participa en la sociedad.

La información obtenida indica que ellos reconocen que la química crece en el contexto de la sociedad en la que esta inmersa, que sus teorías evolucionan bajo este y de acuerdo a las necesidades del momento, entonces, debido a que esto influye en su actuar en el aula, es probable que sus estudiantes puedan generar una imagen de esta ciencia como una que aporta y que puede crecer para generar beneficios a la sociedad. Es explícita entonces la relación entre la ciencia y el contexto en el que esta crece y ha crecido durante su historia.

Enunciado y respuestas	Cuenta de Respuestas	Suma de Valor
¿El contexto socio-cultural permea a la química?	24	58
Solo en los casos que se requiera por alguna necesidad específica.	10	20
No, porque los conceptos químicos son iguales en todos los contextos.	2	2
Si, pues establece la dirección de sus avances.	12	36
En un mundo globalizado, para la enseñanza de la química:	24	64

Se debe incluir siempre una explicación profunda del surgimiento de los conceptos existentes.	6	12
Es importante dar el contexto en el que se generaron los conceptos pues esto permite un mayor entendimiento de estos.	17	51
Necesita centrarse únicamente en la explicación y aplicación de los conceptos que rigen actualmente.	1	1
Usted considera que la historia de la química es:	24	57
Importante en su explicación porque permite explicar los fundamentos de los conceptos actualmente.	10	30
Relevante porque el contexto histórico ha impulsado el desarrollo de ciertas teorías.	13	26
Innecesaria porque los conceptos ya no tienen que ver con los planteados en el pasado.	1	1
Según su conocimiento ¿Cuál explicación del enlace químico es más acertada?	24	42
La relación electrónica dada entre dos átomos para formar una molécula.	10	20
Una interacción de energía entre dos o más átomos.	10	10
Una medida de las proporciones que se dan entre sustancias que interactúan para producir otras.	4	12
Para John Dalton, que los átomos se unieran era una propiedad inherente a ellos y los relacionaba según las masas que reaccionaban de cada elemento.	24	59
Esto es el comienzo de la explicación actual del concepto de enlace químico.	11	33
Si bien no es la base del concepto de enlace químico si dio luces para explicarlo en el futuro.	13	26
El concepto de electrón de Valencia	24	40
Surgió de la necesidad de explicar el enlace químico a finales del siglo XIX.	8	16
Está más relacionado a las proporciones que interactúan de una y otra sustancia en una reacción química.	4	12
Es resultado de los estudios fisicoquímicos de la primera mitad del siglo XX.	12	12
La ley del octeto es:	24	60
Un modelo que explica la interacción entre los electrones de la capa de valencia de los átomos en una molécula.	14	42
Una teoría que permite explicar porque se unen determinados átomos.	8	16
Una forma de explicar la geometría de algunos compuestos químicos.	2	2
La electronegatividad es:	24	33
Una ayuda para saber qué relación se puede dar entre dos átomos.	9	18
Indispensable para determinar la naturaleza del enlace químico.	15	15
Total, general	192	413

Tabla 15 Resultados categoría Importancia de la historia de la química.

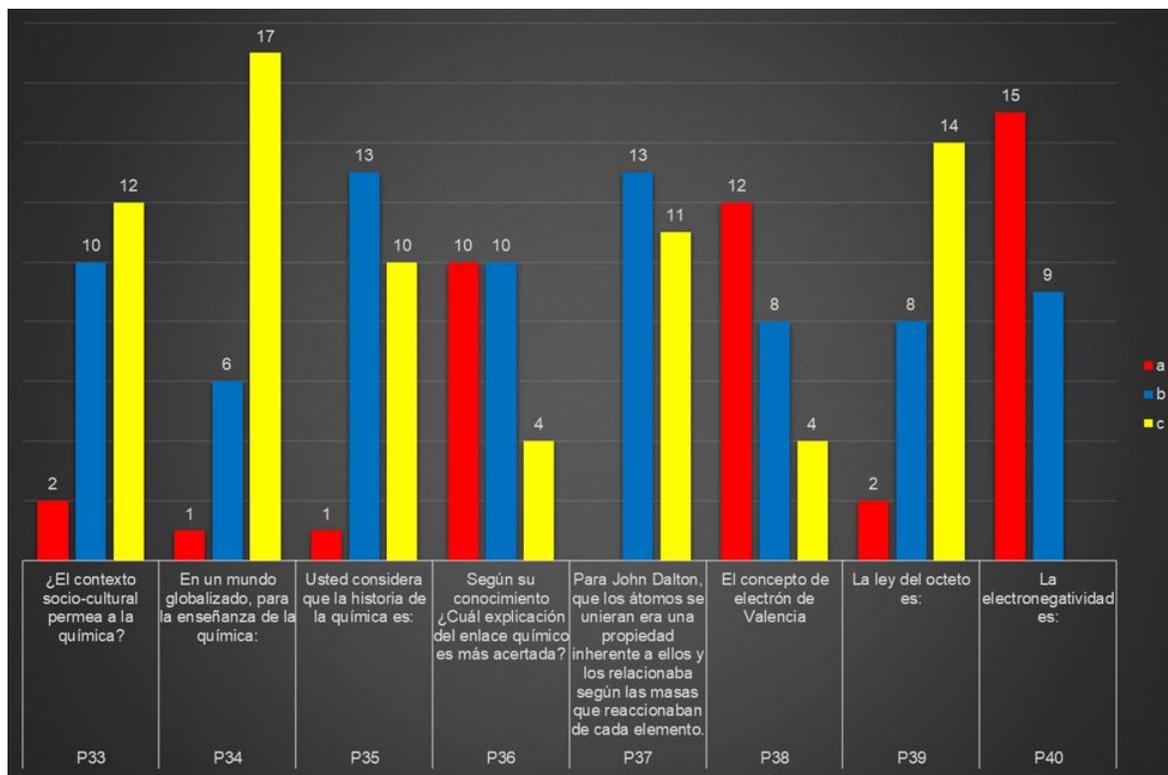


Gráfico 7 Resultados categoría Importancia de la historia de la química.

Finalmente, la categoría importancia de la historia de la química se planteó con el fin de reconocer si los docentes en formación no solo reconocen la relevancia de la historia de la química y los contextos en los que esta se ha desarrollado, si no también, evidenciar si este pensamiento es acorde a su conocimiento en un concepto tan importante como lo es el enlace químico.

Los autores Izquierdo, García, Quintanilla, & Adúriz plantean que la historia de la ciencia es importante en la educación ya que proporciona contexto y aportes significativos al conocimiento científico, ilustrando la complejidad y evolución de la actividad científica. Además, ayuda a comprender los cambios de paradigma y a desafiar la forma en que se explica el mundo. La enseñanza de la historia de la química, por ejemplo, permitiría una comprensión más profunda de los conceptos y cómo surgieron. Sin embargo, actualmente, la enseñanza de la química se presenta como saberes definitivos sin su marco histórico y epistemológico. Por lo tanto, es importante que los docentes incorporen la historia y filosofía de la ciencia en su enseñanza para fortalecer su labor y mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

Dicho esto, los datos obtenidos en la categoría en general indican que no se le da la suficiente importancia a la historia y epistemología de la química pues está en un rango más bien central, sin embargo, al revisar las preguntas de esta categoría en

dos grupos siendo el primero compuesto por los enunciados P33, P34 y P35 y el segundo P36, P37, P38, P39 y P40 es evidente que, en su mayoría, reconocen la importancia de la historia de la química y que le dan el valor que el contexto tiene en la evolución de esta ciencia. Por otro lado, al revisar el segundo grupo de preguntas se puede afirmar que por lo menos para la explicación del concepto de enlace químico, no tienen el conocimiento necesario para dar cuenta de la epistemología de este, del contexto en el que surgió, haciendo asociaciones incorrectas por ejemplo del concepto de electrón de valencia el cual asocian a la fisicoquímica de la primera mitad del siglo XX cuando este es anterior a ello. Esto puede ser consecuencia de que en su educación química se les plantearon los modelos científicos, leyes y teorías de Química como saberes acabados, definitivos, en los cuales deben creer con fe ciega (Galagovsky, 2007) sin contexto sobre su surgimiento ni historia que lo respalde, reduciendo conceptos químicos a teorías fisicoquímicas que surgieron posterior a ellos, haciendo a la química entonces dependiente de otras ciencias y negando su autonomía.

De acuerdo a los datos obtenidos de la aplicación del instrumento y teniendo en cuenta el análisis de dichos datos se encontró que los docentes en formación de química tienen una concepción positiva de la química y ven su enseñanza como relevante en un mundo globalizado y tecnificado. Consideran importante que la química debe contribuir al bienestar de la sociedad. Además, ven a la química como una ciencia flexible, en constante evolución y dinámica.

En cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química los futuros docentes lo ven como un proceso en el que se deben enfocar en fenómenos relevantes y significativos y fomentar una dinámica que permita pensar, hacer y comunicar de manera coherente teniendo en cuenta las ideas preexistentes de los estudiantes y todo lo que ello conlleva. Además, deben vincular los fenómenos concretos con explicaciones teóricas formales, lo que requiere una planificación cuidadosa del proceso de enseñanza aprendizaje.

Si bien se reconoció la importancia de la historia de la química en su enseñanza y aprendizaje por parte de los futuros profesores, esto dista mucho de su aplicación en su quehacer docente pues para ello es necesario, en primer lugar, contar con el conocimiento necesario para explicar los conceptos desde ahí, además de generar didácticas que permitan que el proceso se dé adecuadamente y se dirija hacia un aprendizaje significativo para los estudiantes.

8. CONCLUSIONES

El desafío en la creación de este instrumento ha sido significativo debido a la necesidad de investigar las perspectivas de los docentes en formación sobre la ciencia, la historia y filosofía de la química y su relación con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto requiere una atención detallada en cada pregunta, comprender si las opciones de respuesta son comprendidas de manera adecuada y realizar un análisis cuidadoso para entender su perspectiva. Sin embargo, este esfuerzo se justifica cuando el instrumento se aplica, permitiendo identificar fortalezas y debilidades en cuanto a las concepciones de los participantes y también en cuanto al diseño y aplicación del cuestionario.

Por otro lado, es importante mencionar la necesidad de instrumentos de este tipo, que permitan recabar información pertinente de la formación inicial de profesores para, desde ella, proponer mejoras para su crecimiento académico en aras de aportar al proceso de enseñanza y aprendizaje de la química en general y para lo cual se presenta la historia y filosofía de la química como importante herramienta para lograrlo.

Finalmente este trabajo permitió reconocer las relaciones entre la historia y filosofía de la química, el proceso de enseñanza y aprendizaje y las concepciones de los docentes en formación integrándolas de tal forma que los aspectos relacionados a la educación en química se ven como una consecuencia directa de esta interacción pues el uso o no de la historia y filosofía de la química producen distintas didácticas y si además estas son permeadas por las concepciones particulares de cada profesor, el resultado es una infinidad de formas de enseñar química, formas que se deben valorar adecuadamente para tomar lo mejor de cada una y construir una mejor educación en química.

9. PROYECCIONES

Este trabajo se proyecta como recurso indispensable en la formación de docentes de química al hacerlos conscientes de sus concepciones en cuanto a la ciencia que aprenden y enseñaran para desde ahí fortalecer tanto su parte conceptual como actitudinal en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Dotar al profesor de los futuros licenciados de una herramienta que le permita indagar en las concepciones de sus estudiantes para corregir o fortalecer diferentes actitudes o conocimientos que crea son necesarios en su formación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1997). *Historia de la química*. Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Briceño, J. J. (2013). *la argumentación y la reflexión en los procesos de mejora de los profesores universitarios colombianos de ciencia en activo. Aplicación de estrategias formativas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza*. Granada: Editorial de la universidad de granada.
- Cabrera, H., & Garcia, E. (2014). Historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias: el caso de la reacción química. *Revista Brasileira de História da Ciência*, 298-313.
- Camach, F., Gallegos, L., & Reyes, F. (2007). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. *Perfiles educativos*, 60-84.
- Camacho, J., & Quintanilla, M. (2009). Concepciones de los profesores de química sobre naturaleza de la ciencia e historia de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en didáctica de las ciencias.*, 458-461.
- Cuellar, L., Quintanilla, M., & Marzábal, A. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação*, 277-291.
- Doménech, J., Savall, F., & Martínez, J. (2013). ¿Los libros de texto de bachillerato introducen adecuadamente los modelos atómicos de Thomson y Rutherford? *Enseñanza de las ciencias*, 29-43.
- EcuRed contributors. (4 de 1 de 2022). *Enlace químico*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/index.php?title=Enlace_qu%C3%ADmico&oldid=4085697
- Fabila, A., Minami, H., & Izquierdo, M. (2013). La Escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos. *Perspectivas docentes 50 Textos y contextos*, 31-40.
- Galagovsky, L. R. (2007). Enseñar química Vs. aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química viva*, 1-13.

- Galagovsky, L. R. (2008). Enseñanza de las Ciencias naturales: un desafío a nivel mundial. El caso particular de enseñanza de la química. *Proyecciones*, 21-34.
- Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuellar, L., & Amador, R. (2004). El concepto de valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação*, 571-583.
- Garay, F. R. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Ciência & Educação*, 51-62.
- Garritz, A. (1997). El electron centenario. *Educacion química*, 114-117.
- Garritz, A., & Rincon, C. (1997). Valencia y números de oxidación. Corolario para docentes. *Educacion Química*, 130-140.
- Gribbin, J. (2005). *Historia de la ciencia*. Barcelona: Critica.
- Herreño, J., Gallego, R., & Perez, R. (2009). Transposicion didactica del modelo científico de Lewis-Langmuir. *Revista Eureka*, 527-543.
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The journal of te Argentine chemical Society*, 115-136.
- Izquierdo, M., Garcia, A., Quintanilla, M., & Adúriz, A. (2016). *Historia, filosofía y didactica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado en ciencias*. Bogotá D. C.: DIE.
- López, J., Merlo, M., Fuentes, A., Piccioni, R., & López, A. (2021). Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en docentes de carreras de salud. *Revista de la Fundación Educación Médica*. doi:<https://dx.doi.org/10.33588/fem.204.898>
- Lorduy, D. J., & Naranjo, C. P. (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica*, 324-340.
- Moraga, S. (2017). El contexto en la enseñanza de la química: analisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formacion. *Enseñanza de las ciencias N.º extraordinario (2017)*, 2793-2798.
- Moreno, V., Ramírez, M., de la Oliva, C., & Moreno, E. (7 de 7 de 2004). *Biografía de Jöns Jakob Berzelius*. Obtenido de

<https://www.buscabiografias.com/biografia/verDetalle/2929/Jons%20Jakob%20Berzelius%3Cbr%3EJons%20Jacob%20Berzelius%3Cbr%3EJons%20Jacob%20Berzelius>

- Oviedo, H., & Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*.
- Paez, Y., Rodriguez, M. A., & Niaz, M. (2004). Los Modelos Atómicos desde la perspectiva de la historia y filosofía de la ciencia: un análisis de la imagen reflejada por los textos de química de bachillerato. *Scielo*, 51-77.
- Quintanilla, M., Cabrera, H., & Zambrano, J. (2022). La historia y la filosofía de la química en la formación inicial del profesorado de química. *Educación Química*, 33. doi:<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81572>
- Quintanilla, M., Luigy, C., & Cabrera, H. (2007). Una visión naturalizada de la historia de la química: el caso del modelo atómico de John Dalton. *Historia y filosofía de la ciencia*, 217-232.
- Solbes, J., & Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las ciencias*, 103-112.
- Thomson, J. J. (1897). Cathode rays. *Philosophical Magazine*, 293-316.
- Tobares, L. (2003). Evolucion historica de la estructura molecular del benceno. *Problemas del Conocimiento en Ingeniería y Geología, Vol. I*, 130-147.
- Urbina, S., Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. (2008). Una construcción histórico-epistemológica del modelo del octeto para el enlace químico. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 52-66.
- Vargas, E. (2014). La raya por la que se intuyeron las moléculas. *CIENCIORAMA*, 1-9.
- Velasquez, A. (s.f.). Teoría atomica de Bohr.
- Vilanova, S., Mateos, M., & Garcia, M. (2011). Las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje en docentes universitarios de ciencias. *Revista iberoamericana de educación superior*.