

CONCEPCIONES SOBRE QUÍMICA VERDE EN PROFESORES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN INICIAL

Ricardo Andrés Franco Moreno
Julieth Alexandra Reina Hernández
Carlos Mario Riveros Toro

CONCEPCIONES SOBRE QUÍMICA VERDE EN PROFESORES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN INICIAL

Ricardo Andrés Franco Moreno
Julieth Alexandra Reina Hernández
Carlos Mario Riveros Toro
Universidad Pedagógica Nacional
rfranco@pedagogica.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presentan los resultados de una investigación orientada a la caracterización de las concepciones han elaborado los profesores de química en formación inicial frente a la química verde y en su importancia para la formación inicial de profesores, en relación con los procesos formativos que se adelantan en la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. La investigación fue desarrollada entre los años 2017 y 2018. Así, desde un enfoque exploratorio e interpretativo, se identificaron dichas concepciones por medio de un recurso de indagación que fue sistematizado en cuatro grupos que corresponden a tercero (G1), quinto (G2), séptimo (G3) y últimos semestres (G4), respectivamente. Se concluye que a pesar de que el programa presenta pocos espacios centrados en la química verde los profesores han

elaborado concepciones admisibles sobre qué es, cuál es el campo de acción y la importancia para su formación basada en este enfoque.

Palabras Clave: Concepciones, Química verde, Profesores de química en formación inicial, Caracterización.

ABSTRACT

This article presents results of an investigation focused in the characterization of the conceptions the chemistry professors have prepared in front of the green chemistry and in its importance for the initial formation of professors, in relation to the formative processes that are advanced in the Degree in Chemistry of the National Pedagogical University. Thus, from an exploratory and

interpretative approach, these conceptions were identified through a resource of inquiry that was systematized in four groups corresponding to third (G1), fifth (G2), seventh (G3) and last semesters (G4), respectively. It is concluded that although the program lacks spaces focused on green chemistry, professors have elaborated admissible conceptions about what is, what is the field of action and the importance for their training based on the approach.

Keywords: Conceptions, Green chemistry, Chemistry teachers in initial formation, Characterization.

INTRODUCCIÓN

Esta iniciativa de investigación surge desde el Semillero – Club de Investigación sobre educación en química verde para la sustentabilidad ambiental - Semillero EduQversa, con el fin de caracterizar las concepciones sobre química verde que subyacen en profesores de química en formación inicial que cursan tercero, quinto, séptimo y último semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, implementando un recurso de indagación centrado en la definición, relación, proyectos similares y aplicaciones del enfoque, éste se validó en el conversatorio permanente del semillero con los monitores de investigación.

La química verde surge como un campo que salvaguarda a partir de la preocupación de la comunidad científica

por la reducción de contaminantes prioritarios desechados al ambiente, pues desde finales del siglo XIX, la relación ideal que se busca tener entre el ser humano y su entorno para así tener un equilibrio adecuado, puesto que la química tiene una imagen manifiesta errónea por los impactos ambientales que tienen lugar en los diferentes ámbitos industriales y cotidianos. Sin embargo, este enfoque está encaminado, entre otras cosas, aprovechar los recursos y proteger su existencia para un desarrollo mutuo entre el medio ambiente y humanidad desde los doce principios planteados por Anastas & Warner (1998).

Este tipo de formación y concientización es indispensable en un profesor de ciencias ya que este va a manejar a las nuevas generaciones que pueden enmarcar un cambio teniendo prácticas de laboratorio más limpias; y si este tipo de educación se fomenta desde los primeros años de estudio de los estudiantes, también se abrirá la posibilidad de un mayor acceso a los campos de investigación con la química verde como herramienta (Pájaro y Olivero, 2011).

El proyecto se llevó a cabo con profesores en formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de tercero, quinto, séptimo y último semestre, basado en un enfoque cualitativo interpretativo y una revisión documental para dilucidar el estado y las concepciones sobre química verde Vasilachis (2006). Es importante precisar, que los hallazgos de la indagación conducen a que los participantes

comprenden una definición admisible sobre el enfoque, sin embargo, dentro de la oferta de asignaturas del programa al cual pertenecen se dificulta la posibilidad de entrar en contacto directo con la química verde y, además, de que tampoco dimensionan la importancia verdadera de que se promueva el enfoque desde todos los ámbitos académicos.

ANTECEDENTES

Desde la perspectiva de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales en general y sobre la línea de investigación de la formación inicial del profesorado de ciencias naturales, Gallego Badillo, Pérez Miranda y Franco (2014), realizaron una investigación de las concepciones acerca de ciencia, química y didáctica con profesores de química en formación inicial de la UPN, enfocándose en grupos de interés que en el primer año de la investigación cursaban primero, tercero, quinto y séptimo semestre y quienes en el segundo año de la misma, habían sido promovidos al tercero, quinto, séptimo y noveno semestre, respectivamente. Se concluye que dichas concepciones pueden inscribirse en la aproximación epistemológica positivista, lo cual suscita múltiples reflexiones y consideraciones acerca de los procesos formativos al interior del programa de Licenciatura en química de esa institución. (Gallego et al, 2020) La investigación aporta elementos de orden conceptual y metodológico para el desarrollo de la presente indagación.

En el caso particular de las concepciones sobre química verde, Parga (2015) realizó una investigación enfocada en los saberes de profesores universitarios de la Licenciatura en Química cuando enseñan la química sustentable, la química ambiental y la química verde en aras de acercar el currículo a las ideas de Desarrollo Humano Sustentable realizando un estudio documental de los eventos nacionales en Brasil sobre educación química y enseñanza de la química; como resultado, la autora resalta que existe un abordaje incipiente de las tres temáticas que no permite categorizar los saberes; y, que es un punto de partida para que los docentes de la universidad tengan la responsabilidad de fomentar ésta perspectiva de la química en los profesores de ciencias en formación inicial. Así, éste proyecto aporta elementos en relación a lo metodológico y el análisis de las concepciones de los involucrados.

REFERENTES CONCEPTUALES

El enfoque de química verde

Luego de la revolución industrial y la explotación desmedida de los recursos naturales no renovables, se empezó a generar una gran contaminación ambiental, a raíz de esta problemática la comunidad científica empezó a focalizar sus intenciones en reducir este índice de contaminación, dando paso así a los primeros escalones de la química verde. Un trabajo base de la química verde,

fueron los 12 principios que fue realizado por Anastas & Warner (1998) cuyo fin es hacer de los procesos industriales que implican reacciones químicas sean menos contaminantes, es decir, que se produzcan menos desechos tóxicos, no se utilicen recursos naturales no renovables y el provecho sea el máximo.

Además de esos postulados, la química verde se orienta en 4 aspectos como fundamento teórico – práctico (Machado, 2011):

- La minimización de residuos: como su nombre lo indica la disminución de residuos generados en los procesos químicos industriales lo que conlleva al desarrollo de nuevos de procesos para la fabricación de productos,
- Cuidado responsable: siendo esta una iniciativa voluntaria, que tiene como objetivo cuidar la salud humana y el medio ambiente; este cuidado responsable ayuda a la industria química a poder operar con seguridad sin perder de vista el aumentar sus beneficios,
- Diseño para el medio ambiente: En este ítem, Anastas & Warner cobran una posición importante desde el hecho de la prevención de generación de residuos peligrosos en las reacciones químicas en la industria, la optimización de la energía y de un producto útil teniendo en cuenta la relación entre reactivos y productos, y,
- Ecología industrial: es el reciclaje de los residuos industriales difíciles de resolver o eliminar, se refiere a pensar en objetos que puedan entrar en sincronía con

los ambientes ecológicos naturales, dando paso a la relación entre ecología y la química verde para contribuir al desarrollo sostenible (Ballesteros y Gallego, 2019).

En consecuencia, al relacionar los 4 fundamentos teórico - prácticos, la química verde se instala como una propuesta innovadora al reducir los problemas ambientales que se ocasionan por la actividad industrial. Esta práctica permite encontrar nuevas rutas o alternativas para minimizar los procesos Químicos que de todas maneras son indispensable para las actividades, lo cual dé como resultado, una Química responsable con el entorno en que se desarrolla, y económicamente asequible (Anastas & Warner, 1998).

El enfoque de química verde en la formación de profesores de ciencias

El papel que tiene la química verde en la formación de profesores de ciencias procede de su principal objetivo que es formar seres que contribuyan a la sociedad, en este caso, con una mirada que se enfoque en el mantenimiento del medio en que se desarrollan los profesores en formación, pensando que esto se cumpla con la química verde como principal herramienta (Pájaro y Olivero, 2011).

La importancia de la química verde en la formación de profesores de ciencias se debe a que estos son los que inicialmente enseñan la química como una ciencia que ha contribuido en el desarrollo tanto de la humanidad como de la calidad de vida,

pero también tienen el papel de mostrar la realidad que evidencia un aumento notable en la contaminación del medio ambiente por parte de la química con los residuos industriales, el mal manejo de las energías y los materiales. Al tratar estos dos temas en un aula de clase es necesario hacer la concientización sobre lo que está sucediendo con el medio en que nos estamos desarrollando y como alternativa de solución o mitigación al problema se plantea la química verde orientada sobre los doce principios del enfoque para hacerlo tangible en los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios.

En el marco de la línea de educación para la sostenibilidad se resalta que actualmente no se le está prestando la atención que realmente requiere la química verde, lo que hace necesario poner en evidencia la importancia que está tomando la química verde y mostrar de qué manera se está contribuyendo al problema, esto se puede lograr desde el aula construyendo estas propuestas en un colectivo con los estudiantes, donde se involucre el aprendizaje adquirido en química y las herramientas que se están proponiendo para mitigar los efectos negativos de la misma. Para lograr esto se puede acudir a recursos didácticos donde se desenvuelve el estudiante en un campo que le brinda herramientas como las relaciones CTSA, ya que la situación en la que se encuentra el medio ambiente hace inminente una necesidad de intervención para evitar y mitigar estos desastres ambientales (Mascarell & Vilches, 2016; Gallego, Valenzuela y Ballesteros, 2019).

Así, la temática de química verde hoy representa un campo de frontera en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales, en general y de la química en particular.

Reflejo de ello son las crecientes publicaciones en revistas especializadas en la educación científica (Franco, Ordóñez y Roza, 2016), así como los eventos académicos que desde hace casi tres décadas vienen congregando a la comunidad científica internacional alrededor de temáticas cruciales en el marco de los principios fundantes del enfoque, prestando especial atención, en las últimas ediciones de dichos certámenes, a la educación en química verde y sustentable (Franco Guevara, López, Olarte y Palacio, 2018).

Concepciones

La concepción es el proceso de una actividad de construcción mental de lo real. Esta elaboración se efectúa a partir de las informaciones que se guardan en la memoria y resultan de las interacciones entre el sujeto y su contexto, producto de esto, la información se codifica, organiza y categoriza dentro de su sistema cognitivo global. Las concepciones filtran, seleccionan y elaboran las informaciones recibidas que pueden completarse, limitarse o transformarse originando nuevas concepciones (Moreno, 2002).

Según Giordan (1988), las concepciones se caracterizan por corresponder a una estructura mental, ser un modelo explicativo y ser autóctono de cada persona; cumpliendo que funciones tales

como conservar un conocimiento o un conjunto de saberes, facilitar la sistematización y estructurar y organizar la realidad. Así, a partir de las concepciones la persona construye una trama de análisis de la realidad, una especie de decodificador que le permite comprender el mundo, afrontar nuevos problemas, interpreta situaciones inéditas, razonar para resolver una dificultad o responder de manera explicativa (Aragón, et al., 2018).

Las concepciones también han sido catalogadas como teorías implícitas, creencias, teorías subjetivas y teorías ingenuas centradas en el resultado de la construcción de las personas sobre los diferentes elementos, cobrando importancia porque son una limitante en lo que las personas hacen, expresan y relacionan en la cotidianidad. (Castillo, Haro, Cárgameo y Estrada, 2010).

METODOLOGÍA

El método utilizado para resolver problema es de tipo exploratorio-descriptivo con un enfoque cualitativo que como lo plantea Vasilachis (2006), se perfila como un estudio que da prioridad al papel que juegan los sujetos, el contexto, los instrumentos, los materiales, los procesos y las relaciones que utiliza para

mencionar las cualidades, en este caso, acerca de las concepciones sobre química verde, para auscultar la mayor cantidad de atributos descritos por los participantes de la investigación.

El diseño metodológico se dio a partir de fases coherentemente estructuradas y la elaboración y validación de un instrumento de recolección de la información (ver anexo 1), en este sentido, la muestra se calculó a través de procesos estadísticos intencionales y la población corresponde a los profesores de química en formación inicial - PQFI, de la Universidad Pedagógica Nacional.

RESULTADOS

La información recolectada mediante los recursos de indagación con los participantes del proyecto, fue tratada mediante la transcripción de las respuestas de los profesores en formación inicial, y agrupadas posteriormente en “síntesis grupales de las respuestas”, las cuales fueron valoradas con criterios de admisibilidad: alta, mediana y baja, como se presenta en el anexo II.

De acuerdo con el objeto de la indagación y teniendo el respectivo recurso empleado, surgen las siguientes categorías analíticas emergentes:

Tabla 1. Categorías analíticas emergentes.

CATEGORÍAS	PREGUNTAS IMPLICADAS EN EL ANÁLISIS
<p>Conocimientos de los P.Q.F.I sobre la importancia del enfoque de química verde.</p>	<p>1) ¿Qué se entiende por Química Verde?</p> <p>5) A continuación se plantean reacciones que representan procesos químicos a nivel industrial:</p> $\text{NaOH(ac)} + \text{HCl(ac)} \rightarrow \text{NaCl(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ $\text{S(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_2\text{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SO}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4\text{(ac)}$ $2 \text{H}_2\text{O}_2\text{(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O (g)} + \text{O}_2\text{(g)}$ $2 \text{CH}_4 \text{(g)} + \frac{7}{2} \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)} + \text{CO (g)} + 4 \text{H}_2\text{O(l)} + \text{E}$ $4 \text{HNO}_3\text{(ac)} + \text{Pb(s)} \rightarrow \text{Pb(NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 \text{(g)} + 2 \text{H}_2\text{O (g)}$ <p>¿Cuáles de las anteriores reacciones químicas considera que representan procesos más “verdes”? Justifique su respuesta.</p>
<p>Aproximaciones de los P.Q.F.I al enfoque de química verde en el programa de L.Q.</p>	<p>2) En el transcurso de su proceso de formación en el programa de Licenciatura en Química, ¿Ha tenido alguna aproximación al enfoque de Química Verde? ¿Cuál ha sido esa aproximación y de qué forma ha ocurrido? ¿Qué conocimiento tiene acerca de otros enfoques, proyectos, propuestas, entre otros, similares al enfoque de química verde? Mencíonelos y plantee ejemplos.</p>
<p>Consideraciones de los P.Q.F.I sobre la importancia del enfoque de química verde en la formación de profesores de química</p>	<p>4) ¿Cuál considera que es la importancia del abordaje del enfoque de química verde en el programa de Licenciatura en Química? ¿De qué manera le gustaría aproximarse a los modelos, conceptos y teorías del enfoque de química verde?</p>

Fuente: Elaboración propia

Para cada una de las categorías en mención, los análisis se presentan a continuación, en este apartado se retoma la nomenclatura establecida en la Tabla 1:

Conocimientos de los P.Q.F.I sobre la importancia del enfoque de química verde

Cómo se relaciona en la Tabla 1, la pregunta uno y la cinco pertenecen a esta categoría. Es importante destacar en este apartado, que los profesores en formación inicial entienden la química verde como una rama de la química que se encarga de diseñar procesos industriales reduciendo la contaminación ambiental además de enfocarlos hacia la sostenibilidad y la sustentabilidad con el objetivo de lograr un equilibrio natural con el medio ambiente, cómo se evidencian en el grupo de respuestas que genera la discusión de las reacciones químicas que se presentan en la pregunta cinco. Se aprecia a continuación, la construcción de la concepción para este ítem:

Es la parte de la química que trabaja desde la educación para tener un mejor manejo de esta, enseñando cómo reducir los contaminantes en los procesos industriales para trabajar sobre la sustentabilidad. - G3.

“Es un área de las ciencias que se dedica a la investigación de energías limpias y renovables para el sustento de la sociedad”. -P18.

La obtención de NaCl y descomposición del peróxido de hidrógeno puesto que utiliza reactivos que no generan daño al medio ambiente, economiza procesos y no tiene productos contaminantes. - G2.

“Química verde el enfoque que se le da al estudio de la química para transformar los procesos industriales en sustentables y sostenibles”. - P3.

Es decir, que los profesores en formación inicial de química tienen una visión acorde a lo planteado por Anastas & Warner (1998), siendo el objetivo de este enfoque hacer de los procesos industriales que implican reacciones químicas sean menos contaminantes, menos producción de desechos, que no se utilicen recursos naturales no renovables y el provecho sea el máximo.

“Química asociada a reducir los contaminantes, también aborda y se preocupa por los recursos renovables tratando de mitigar los daños generados por diferentes procesos como los industriales”. -P13.

Aproximaciones de los P.Q.F.I al enfoque de química verde en el programa de L.Q.

Para este ítem se tuvo en cuenta las preguntas dos y tres. Esta categoría cobra importancia al entender que las concepciones, como lo plantea Castillo y otros (2010), son una limitante en lo que las personas hacen, expresan y relacionan en la cotidianidad que pueden construir en una directa relación con la experiencia con el enfoque de química verde. Los profesores en formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional han tenido una aproximación al enfoque de química verde desde un espacio obligatorio llamado Teorías Químicas II, dato que salta a la vista y es relevante, pues en su syllabus no presenta temáticas relacionadas con el enfoque, es

decir, que el profesor quien les orientó ese espacio logró articular la química verde con los contenidos conceptuales, pragmáticos y actitudinales de la materia; por otro lado, y un poco más evidente, desde la electiva de química verde y energías alternativas donde se realizan proyectos involucrando éste ámbito. Evidenciando la concepción grupal, así:

La electiva de química verde y energías alternativas y algunos proyectos desarrollados con una profesora del departamento. - G1.

“Si, escogí una electiva llamada: Química verde y energías alternativas”. -P3

En las clases de química que manejan el tema relacionado al medio ambiente, en especial el seminario de Teorías químicas II. - G2.

"He tenido 3 enfoques direccionados hacia la química verde, 1) Teorías químicas 2, junto con el docente Ricardo Franco y un proyecto, la electiva de química verde y el semillero en cuestión”. -P11.

“Existen diversos proyectos y propuestas que apoyan los planteamientos que se generan en química verde con el fin de economizar materias, energía y procesos -PRAE...”. -P10.

Teniendo en cuenta que los estudiantes han tenido una aproximación desde dos espacios incluidos en el programa de dicha carrera, se logra evidenciar la poca articulación del enfoque de química verde con los demás contenidos. Es sumamente importante que este enfoque, al involucrar problemáticas ambientales, cuente con un eje transversal en el pensum donde los estudiantes de primeros hasta últimos semestres se aproximen, construyan, reflexionen, propongan y

desarrollen actividades en pro del cuidado del medio ambiente.

Consideraciones de los P.Q.F.I sobre la importancia del enfoque de química verde en la formación de profesores de química.

En lo atinente a esta categoría, se retomará la pregunta cuatro que tiene como objeto identificar la importancia del enfoque de química verde para los profesores de química en formación inicial. Es importante que estos profesores entienden que el enfoque está altamente vinculado con proyectos (como el PRAE) y desde una aproximación a la sustentabilidad generando un pensamiento crítico y reflexivo frente a las problemáticas ambientales que están de presente. Entendiendo las diferentes concepciones grupales que se relacionan de la siguiente manera:

La importancia radica en la necesidad que hay de tomar conciencia en los trabajos prácticos de laboratorio con los residuos contaminantes, la electiva y otros espacios que se deberían implementar brindan un buen espacio para el conocimiento de estas alternativas. - G3. Sin embargo, a la luz de la producción escrita en el campo de los denominados Trabajos Prácticos de Laboratorio - TPL, en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales, del ámbito hispanohablante, la vinculación del enfoque de química verde está aún por realizarse (Franco, Velasco y Riveros, 2017).

“La importancia del abordaje de la química verde en la licenciatura está basado en el correcto manejo de materias primas que permita la máxima eficiencia de los procesos. Por medio de charlas informativas, foros o proyectos”. -P10.

Se pensaría en la aproximación de la sustentabilidad por medio de la química verde, pero todo esto articulado a proyectos que se puedan recrear desde el colegio como por ejemplo el PRAE, con esto desarrollar diferentes alternativas por medio de seminarios disciplinares que debería trabajar el programa. - G4.

“Bastante importante, sobre todo debido a que en todos los laboratorios los residuos generan gran contaminación y estos podrían ser muy peligrosos pues se bioacumulan y biomagnifican, probablemente la química verde puede proponer alternativas a estos laboratorios, buscando reducir la contaminación”. -P14.

Como lo plantean Pájaro y Olivero (2011), el principal objetivo de la química verde en la formación inicial de profesores es formar seres que contribuyan a la sociedad involucrando el aprendizaje adquirido en química y las estrategias que se pueden implementar para resolver problemáticas ambientales, así, en el caso en cuestión los involucrados comprenden hacia dónde debe estar dirigida el enfoque, pero no se evidencia que lo tengan en cuenta como un campo que puede generar conciencia ambiental, cambios significativos en pro del medio ambiente y un estilo de vida sustentable.

CONCLUSIONES

Al realizar la revisión documental del pensum del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional con base a los syllabus, se encuentra de forma intrigante que existe tan solo un espacio electivo denominado: “Química Verde y Energías Alternativas para Profesores de Ciencias”. Sin

embargo, los profesores en formación inicial manifiestan que en un espacio académico obligatorio se tuvo afinidad con el enfoque (Teorías Químicas II), lo que dilucida que la transversalidad ha de ser una meta que se debe trazar en los contenidos programáticos, conceptuales y metodológicos del programa.

Las concepciones de los profesores de química en formación inicial – PQFI, dan cuenta de que la implementación del enfoque de química verde en sus procesos formativos es relevante, puesto que este brinda a los futuros profesores una serie de habilidades de pensamiento fundadas en la crítica, la reflexión y la formulación de propuestas. En tal sentido, en el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional dichos profesores han elaborado diferentes concepciones que se ubican en un nivel declarativo y superficial sobre el enfoque de química verde, lo que es atribuible la carencia de espacios académicos obligatorios que desde el pensum del programa, que involucren la temática en la formación del futuro profesor de química.

Es importante que las concepciones sobre química verde que subyacen en profesores de química en formación inicial que cursan diferentes semestres del programa de Licenciatura en Química estén enfocadas al desarrollo de proyectos y metodologías que intervengan en las prácticas de laboratorio o en un grupo con intereses en común en pro de la reducción de la producción de desechos tóxicos y de la contaminación, de conformidad con los principios fundantes del enfoque de Química Verde.

AGRADECIMIENTOS

Semillero-club de investigación EDUQUVERSA,
Departamento de Química, Universidad
Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anastas, P. & Warner, J. (1998). *Green Chemistry Theory and Practice*. Oxford University Press. Oxford.

Aragón, L. Jiménez-Tenorio, N., Oliva-Martínez, JM, & Aragón-Méndez, M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista científica*, (32), 193-206. <https://dx.doi.org/10.14483/23448350.12972>

Ballesteros-Ballesteros, V. y Gallego-Torres, A. (2019). Modelo de educación en energías renovables desde el compromiso público y la actitud energética. *Revista Facultad De Ingeniería*, 28 (52), 27-42. <https://doi.org/10.19053/01211129.v28.n52.2019.9652>

Castillo, A.; Haro, X.; Cárcamo, R. y Estrada, C. (2010). Concepciones sobre educación y desarrollo en docentes y apoderados de escuelas básicas y su relación con el rendimiento escolar. *Revista Electrónica Diálogos Educativos* 19, 54 - 64.

Franco, R.A., Guevara, E., López, H.L., Olarte, A.C., y Palacio, A.L. (2018). Eventos académicos sobre química verde en Iberoamérica. *Proyecciones para la comunidad de educación en química*. VI

Congreso de Educación en Ciencias y Tecnología - EduCyT. Tunja, agosto de 2018.

Franco, R.A., Ordóñez, L.Y. y Rozo, N.S. (2016). La química verde un área emergente en la investigación didáctica. *Revista escenarios*. 18, 28-33.

Franco, R.; Velasco, M. y Riveros, C. (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas: 2012-2016. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 41, 37-56.

Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., y Franco, R. A. (2014). Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Gallego-Torres, A., Valenzuela González, A., & Ballesteros- Ballesteros, V. (2019). Argumentación científica escolar: una propuesta para la defensa del medio ambiente. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 145-153. doi:<https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2656>

Giordan, A. (1988). *Los orígenes del saber*. Sevilla. Editorial Díada.

Gallego- Badillo, R., Pérez- Miranda, R., Gallego-Torres, A. P., & Guzmán, D. B. (2020). Research on Colombian Science Teachers' Education: A Review. *Science Education Research in Latin America*, Brill, 207-226. https://doi.org/10.1163/9789004409088_009

Machado, A. (2011). Da gênese ao ensino da química verde. *Revista Quim. Nova*, 34 (3), 535-543.

Moreno, E. (2002). Concepciones de práctica pedagógica. *Revista Folios*, 16.

Pájaro, P. y Olvero, J. (2011). Química verde: Un nuevo reto. *Universidad Militar Nueva Granada. Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21 (2), 169-182.

Parga Lozano, D. L. (2015) Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis*, (38), 167-182

Vasilachis, I & otros (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona. Gedisa.



Anexo I. Cuestionario Semiestructurado.

Universidad Pedagógica Nacional Departamento de Química

**Semillero – Club de Investigación sobre educación en química verde para la sustentabilidad ambiental -
Semillero EduQversa – DQU-009-S-17 Cuestionario Semiestructurado**

Dentro de las intenciones del Semillero - Club de Investigación en educación, Química Verde y Sustentabilidad Ambiental - EduQversa, se propone el siguiente cuestionario semiestructurado, con el fin de identificar las concepciones sobre química verde que subyacen en profesores de química en formación inicial. Atendiendo a parámetros éticos de la investigación, la información consolidada solamente se usará para fines académicos del estudio y la identidad de los participantes se mantendrá en reserva.

A continuación se formulan diferentes preguntas relacionadas con su proceso de formación al interior del programa de Licenciatura en Química. Se solicita que las conteste con sinceridad.

Nombre: _____ **Código:** _____ **Semestre:** _____

1. ¿Qué se entiende por Química Verde?

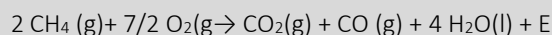
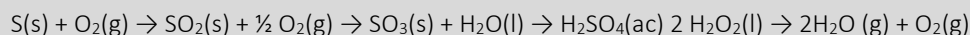
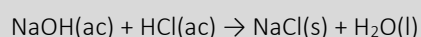
En el transcurso de su proceso de formación en el programa de Licenciatura en Química,

¿Ha tenido alguna aproximación al enfoque de Química Verde? ¿Cuál ha sido esa aproximación y de qué forma ha ocurrido?

¿Qué conocimiento tiene acerca de otros enfoques, proyectos, propuestas, entre otros, similares al enfoque de química verde? Menciónelos y plantee ejemplos.

2- ¿Cuál considera que es la importancia del abordaje del enfoque de química verde en el programa de Licenciatura en Química? ¿De qué manera le gustaría aproximarse a los modelos, conceptos y teorías del enfoque de química verde?

3- A continuación se plantean reacciones que representan procesos químicos a nivel industrial:



4- ¿Cuáles de las anteriores reacciones químicas considera que representan procesos más “verdes”? Justifique su respuesta.

Gracias por su participación.

Anexo II. Concepciones sobre química verde.

G	NO. DE PREGUNTA. SÍNTESIS GRUPALES DE LAS RESPUESTAS Y ADMISIBILIDAD DE LAS CONCEPCIONES
G1	1. Es una rama de la química que atiende a las problemáticas medioambientales, por medio de procesos industriales modificados para ser sustentables y sostenibles. Alta: Comprenden tres de los cuatro objetivos principales del enfoque de química verde, sin embargo, no hace referencia a la reducción de contaminantes.
	2. La electiva de química verde y energías alternativas y algunos proyectos desarrollados con una profesora del Departamento de Química. Alta: La aproximación al enfoque ha sido directa teniendo en cuenta la oferta del pensum de Licenciatura en Química.
	3. Algunas personas reconocen semilleros de investigación desarrollados desde áreas como química y biología. Baja: la mayoría de PQFI de este grupo, desconoce los proyectos. A pesar de que reconocen los semilleros, existen más proyectos e iniciativas que se relacionan con el enfoque y que no se identifican.
	4. Es importante por la labor que se debería realizar como profesores de química. Se aproximarían a este enfoque a través de proyectos que trabajen sobre el cuidado del medio ambiente. Alta: al involucrar la formación docente indica que entiende que el enfoque brinda herramientas para presentar una química contextual y con situaciones problemas.
	5. La tendencia está hacia la obtención de NaCl, pues libera sal, agua y no causa un gran impacto ambiental por productos contaminantes. Alta: Entienden que las reacciones pueden ser verde desde la reducción de generación de productos contaminantes.
G2	1. Es una parte de la química que se encarga de maneras de hacer procesos menos contaminantes para lograr un equilibrio natural en el medio ambiente. Alta: Comprende los objetivos principales del enfoque de química verde, y es interesante el hecho de plantar el equilibrio natural entre humanidad y medio ambiente.
	2. En las clases de química que manejan el tema relacionado al medio ambiente, en especial el seminario de Teorías químicas II. Mediana: No reconocen que existe la electiva que se basa en el enfoque, a pesar de que se han acercado en un espacio académico.
	3. Proyectos educativos ambientales como lo es el PRAE que ayudan a economizar materias, energía y procesos. Mediana: Aunque el PRAE sea un proyecto que se desarrolla en los colegios, no precisamente están siempre basados en el enfoque.
	4. Inicialmente se debe tener un conocimiento previo para lograr profundizar en algún espacio tanto académico como alternativo. Baja: No se evidencia una importancia directa y clara frente a la importancia de la química verde.
	5. La obtención de NaCl y descomposición del peróxido de hidrógeno puesto que utiliza reactivos que no generan daño al medio ambiente, economiza procesos y no tiene productos contaminantes. Alta: Entienden que las reacciones pueden ser verde desde la reducción de generación de productos contaminantes.
3	1. Es la parte de la química que trabaja desde la educación para tener un mejor manejo de la misma, enseñando cómo reducir los contaminantes en los procesos industriales para trabajar sobre la sustentabilidad. Alta: Interesante planteamiento el de involucrar la educación, pues no basta con entender los objetivos del enfoque sino también aplicarlos y difundirlos.
	2. El seminario de teorías químicas II, la electiva de química verde y el semillero de investigación. Alta: Buena y apropiada relación con el enfoque.
	3. Las herramientas que proporciona la electiva de química verde con lecturas, proyectos y un trabajo de campo. Baja: No se evidencia algún otro espacio o iniciativa en el que se adelante la química verde.
	4. La importancia radica en la necesidad de tomar conciencia en los trabajos prácticos de laboratorio con los residuos contaminantes, la electiva y otros espacios que se deberían implementar brindan un buen espacio para el conocimiento de estas alternativas. Alta: Para destacar que tiene en cuenta los Trabajos Prácticos de Laboratorio como una alternativa para involucrar la química verde para la aplicación de los objetivos del enfoque.
	5. La obtención de NaCl y descomposición del peróxido de hidrógeno que en la reacción causan menos daño ambiental a comparación de las otras que producen contaminantes peligrosos. Alta: Entienden que las reacciones pueden ser verde desde la reducción de generación de productos contaminantes.
4	1. Es el área de las ciencias que se enfoca en el tratamiento sustentable y sostenible de los procesos industriales donde se busca reducir y minimizar los impactos a partir de energías limpias y renovables. Alta: Se evidencian los objetivos del enfoque, además se involucra las energías limpias y renovables.
	2. La electiva de química verde, sin embargo se hace necesario profundizar en el tema. Mediana: Aunque se involucra desde la electiva, es importante, que entienden que hace falta mayor profundización
	3. Enfoque CTSA, agricultura urbana, lombricultura, reciclaje y la investigación de múltiples entornos. Alta: Plantean diferentes propuestas y enfoques que están ligadas al enfoque.
	4. Se pensaría en la aproximación de la sustentabilidad por medio de la química verde, pero todo esto articulado a proyectos que se puedan recrear desde el colegio como por ejemplo el PRAE, con esto desarrollar diferentes alternativas por medio de seminarios disciplinares que debería trabajar el programa. Alta: Además de entender la importancia del enfoque, aterrizan su concepción a los proyectos que involucren a la comunidad académica.
	5. La obtención de NaCl y la descomposición de peróxido de hidrógeno son procesos más verdes pues no tienen elementos o compuestos contaminantes. Alta: Entienden que las reacciones pueden ser verde desde la reducción de generación de productos contaminantes.