

# SECUENCIA DIDÁCTICA EN QUÍMICA VERDE

Adriana Janneth Cortés Rodríguez, Jaime Duván Reyes Roncancio, Edier Hernán Bustos Velazco  
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

**RESUMEN:** Esta propuesta presenta los resultados del diseño e implementación de una secuencia didáctica cuya finalidad es adaptar los principios de la Química Verde (QV) en el ámbito escolar, a través de actividades específicas que se enmarcan dentro del diseño del Protocolo Verde o Practica Amigable para el Medio Ambiente. La metodología de investigación – acción desarrollada permitió la reflexión de los estudiantes sobre los principios de la QV en relación con la identificación del cambio de color, el posible precipitado, o los sobrenadantes que se evidencian en el tubo de ensayo, llamando la atención por las características físicas que se muestran en lugar de centrarse solamente en la utilidad de la reacción que se produce.

**PALABRAS CLAVE:** Química Verde, Protocolo Verde, Secuencia Didáctica

**OBJETIVOS:** Introducir los principios de la Química Verde en el ámbito escolar a través del diseño e implementación de una secuencia didáctica con enfoque constructivista

## MARCO TEÓRICO

Anastas & Warner (1998) consideran la QV como el uso o diseño de técnicas y metodologías químicas que reducen o eliminan el uso o generación de residuos o productos nocivos para el medio ambiente y la salud humana, propuesta que nació en la década de los 90's en Estados Unidos, debido a la problemática ambiental de la época (Carson, 1962) En la actualidad la QV es considerada una nueva tendencia, metodología o estrategia que se emplea para minimizar el impacto ambiental y en el ser humano, dependiendo del contexto en los cuales se aplica, especialmente en el desarrollo de procesos industriales (ver fig. 1); sin embargo se ha ido consolidando la incorporación de la Química Verde Escolar (QVE) en algunos países de Norteamérica, Latinoamérica y Europa, pero enfocado en la docencia y en la investigación en ciencias básicas, ocupando espacios en las diferentes actividades académicas enfocadas a la necesidad de preservar y conservar el medio ambiente y de formar en los estudiantes, una conciencia ambiental partiendo de la incidencia directa del uso de los compuestos químicos. No obstante, continúa siendo un concepto desconocido dentro de las aulas escolares a nivel universitario, y de educación básica y media a nivel público y privado.

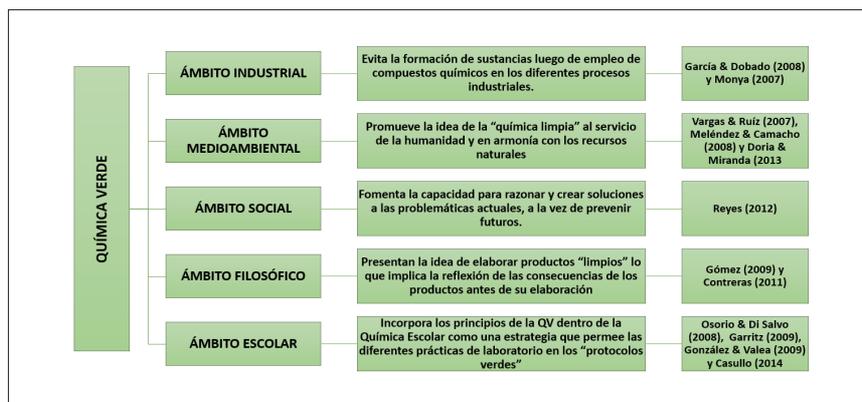


Fig. 1. QV en diferentes ámbitos

## METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con enfoque cualitativo de tipo descriptivo, empleando la IA (Investigación Acción) entendida como "una forma de estudiar, de explorar, una situación social, en nuestro caso educativa, con la finalidad de mejorarla, en la que se implican como "indagadores" los implicados en la realidad investigada" (Suárez, 2000, p.42). Para implementar la IA dentro del aula, se diseñó una Secuencia Didáctica (SD) como "una estructura de acciones e interacciones relacionadas entre sí, intencionales, que se organizan para alcanzar un aprendizaje" (Pérez, 2005, p. 52) y considerando tanto los conocimientos previos de los estudiantes como el desafío de los contenidos asociados en relación con la promoción de procesos metacognitivos (Zabala, 2000). En este sentido, la SD buscó que los estudiantes de grado décimo (secundaria) de la IED Rafael Uribe Uribe, de la localidad sexta de Tunjuelito, de la Ciudad de Bogotá – Colombia, adoptaran la QV a través de cinco etapas y adapten sus principios en el ámbito escolar; las etapas planteadas comprenden actividades específicas enmarcadas dentro la elaboración de un producto de aseo por medio del protocolo verde.

Tabla 1.  
Secuencia Didáctica

ETAPAS	ACTIVIDADES	PROPOSITOS
1 Motivación sobre Química Verde	Exponer la presentación sobre Química Verde, y durante la exposición, los estudiantes de forma individual irán desarrollando las siguientes preguntas: – Realice un dibujo sobre lo que entiende de Química Verde y descríballo – ¿Qué productos para el aseo, emplean en su casa? – ¿Qué pasa con los compuestos químicos de estos productos una vez fueron usados?	Iniciar el acercamiento conceptual sobre el origen, historia, principios y aplicación de la Química Verde
	Realizar una sesión plenaria de socialización de la actividad anterior y consolidación de nuevas preguntas.	Retroalimentación de lo expuesto, e inicio del proceso de consolidación del producto a elaborar.
	Aplicar a los estudiantes la encuesta sobre procedencia familiar y referentes culturales relacionados con el uso de productos de aseo para condensar información sobre el tipo de población y gustos relacionados con los productos de aseo	Condensar información sobre el tipo de población y gustos relacionados con los productos de aseo

ETAPAS	ACTIVIDADES	PROPOSITOS	
2	Introducción a la Química Verde Escolar	Retroalimentar sobre lo trabajado en la primera sesión por medio de un “mapa verde”.	Que los estudiantes planteen las posibles dudas surgidas “Ayer, Hoy y Mañana”
		Presentar el video “¿Qué es Química Verde? -https://www.youtube.com/watch?v=PR9_hQq4xyM”. Los estudiantes apoyados en el video, escribirán las posibles dudas e inquietudes generadas para la actividad de cierre de sesión.	Consolidar conocimientos básicos acerca de la Química Verde en el laboratorio.
		Los estudiantes por grupos de trabajo elaborarán carteles donde compartan con los compañeros que productos de aseo emplean en su hogar; enunciando cuales en mayor y en menor proporción, justificando la respuesta.	Determinar que producto de aseo adoptaran para el diseño, implementación y socialización del protocolo verde.
		Aplicar a los estudiantes la encuesta sobre rasgos culturales en el uso de productos de aseo para ser resuelta con ayuda de sus padres y/o abuelos	Condensar información sobre los rasgos culturales relacionados con el uso de los productos de aseo
3	Diseño del Protocolo Verde	Retroalimentar sobre lo trabajado en la segunda sesión por medio de un “mapa verde”.	Que los estudiantes planteen las posibles dudas surgidas “Ayer, Hoy y Mañana”
		Reflexionar sobre la incidencia de los compuestos químicos empleados en cada protocolo, con el Medio Ambiente y el Hombre	Referenciar la incidencia de los compuestos químicos en el medio ambiente y la importancia de cuidar la salud humana.
		Explicar los principios de la química verde con ayuda de carteles expuestos en el salón de clase, como base para el diseño del protocolo verde.	Adaptar los principios de la Química Verde en el ámbito escolar por medio de los Protocolos Verdes.
		Realizar por grupos, el diseño del protocolo verde (se debe incluir mínimo un principio de la química verde), y lo presentaran en forma de plegable	
4	Implementación del Protocolo Verde	Retroalimentar sobre lo trabajado en la tercera sesión por medio de un “mapa verde”.	Que los estudiantes planteen las posibles dudas surgidas “Ayer, Hoy y Mañana”
		Elaborar el producto de aseo empleando el protocolo verde diseñado, el cual se debe registrar fotográficamente por el grupo.	Evidenciar el proceso de implementación del protocolo verde.
5	Socialización del Protocolo Verde	Retroalimentar sobre lo trabajado en la cuarta sesión por medio de un “mapa verde”.	Que los estudiantes planteen las posibles dudas surgidas “Ayer, Hoy y Mañana”
		Socializar el diseño del protocolo verde y el procedimiento de elaboración del producto de aseo a los estudiantes de ciclo V (grado décimo y once),	Comunicar a los estudiantes de ciclo V la importancia de implementar la química verde dentro de las prácticas de laboratorio.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se evidencian en dos aspectos, el primero enfocado a la reconstrucción del proceso de implementación de la SD (figura 2), en el cual se resalta la importancia de planificar las actividades que se llevaron al aula, de implementar el trabajo propuesto observando cómo los estudiantes lo abordan y desarrollan, para luego reflexionar sobre el quehacer del docente y así, tener herramientas para mejorar la práctica profesional por lo cual esta investigación se enmarca dentro de la experiencia de innovación en el aula sobre QVE, lo que implicó una integración entre el conocimiento sobre QV y

el conocimiento didáctico (ciclo 1 y 2); en el primero ciclo se inicia el acercamiento conceptual sobre el origen, historia, principios y aplicación de la Química Verde, y se condensara información sobre el tipo de población y gustos relacionados con los productos de aseo; en el segundo ciclo se busca consolidar en los estudiantes, conocimientos básicos acerca de la Química Verde en el laboratorio y la importancia de conocer los principios o características fundamentales.

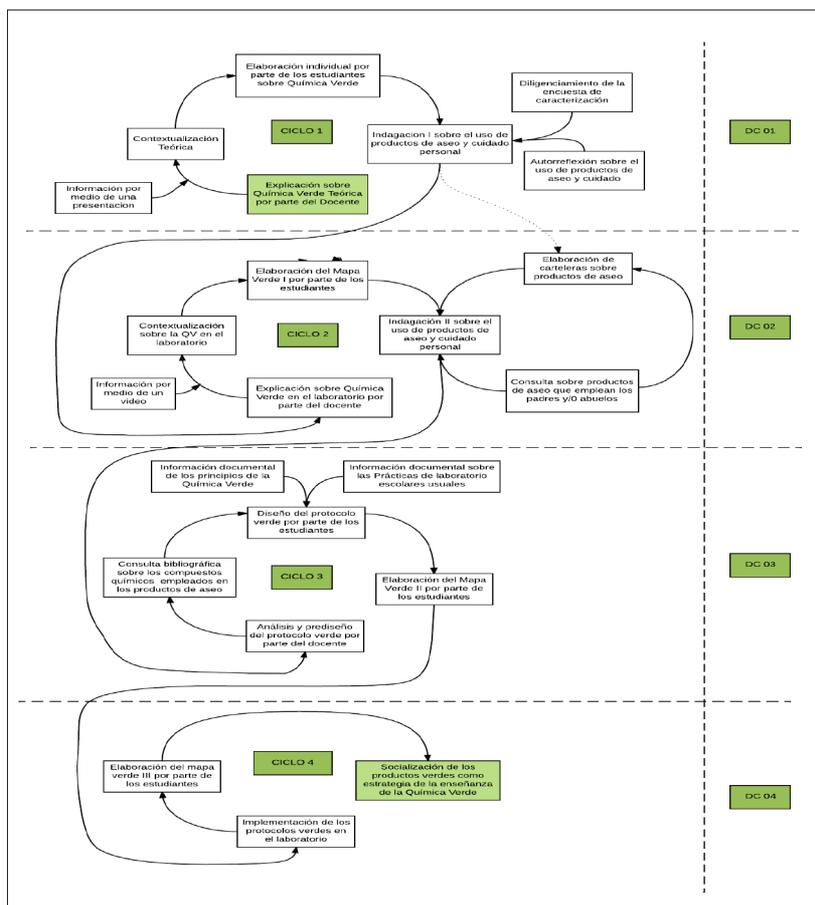


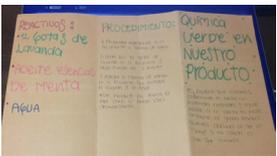
Fig. 2. Reconstrucción del proceso de Implementación de la SD

Además generó un conocimiento didáctico del contenido CDC (Reyes, 2015) sobre QVE al elaborar el diseño del protocolo verde y su posterior implementación y socialización (ciclo 3 y 4); en el tercer ciclo referenció teóricamente, la incidencia de los compuestos químicos en el medio ambiente y en la salud humana; siendo el punto de partida para la diseño del protocolo verde (practica amigable al medio ambiente); en el cuarto ciclo se integraron las etapas 4 y 5 de la SD las cuales buscaban que los estudiantes elaboraran el producto de aseo, teniendo presente los principios de la Química Verde, durante su proceso y posteriormente lo socializaran con los estudiantes de ciclo V del Colegio.

El segundo aspecto se relaciona con la adopción del concepto de Química Verde de forma individual y grupal, y de la adaptación de los principios de la QV en los Protocolos diseñados e implementados por los estudiantes en la elaboración de los productos de aseo, los cuales fueron: Gel, Shampoo, Spray Antibacterial, Crema dental y Jabón de baño.

Tabla 2.

Principios de la QV empleados en los Protocolos Verdes

GRUPO	PRODUCTO DE ASEO	PRINCIPIO EMPLEADO	GRUPO	PRODUCTO DE ASEO	PRINCIPIO EMPLEADO
1	GEL	Principio 12. Prevenir accidentes	2	SHAMPOO	Principio 12. Prevenir accidentes
					
3	SHAMPOO	Principio 10. Generar productos biodegradables	4	SPRAY ANTIBACTERIAL	Principio 4. Diseñar productos y compuestos menos peligrosos
					
5	CREMA DENTAL	Principio 12. Prevenir accidentes	6	JABÓN DE BAÑO	Principio 1. Prevenir la creación de residuos
					

CONCLUSIONES

Se logró un primer acercamiento de algunos referentes teóricos y metodológicos de la QV en un espacio académico a nivel de básica y media, en lo que se denominó QVE “Química Verde Escolar”, considerada como estrategia transversal de la Química, o como contenido curricular en los diferentes niveles educativos, con el objetivo de lograr una articulación entre el plan de estudios propuesto desde los lineamientos ministeriales y la vida cotidiana, con el desarrollo de protocolos verdes que motiven el aprendizaje desde la práctica y consoliden el trabajo experimental al reducir y/o eliminar los desechos que se producen los cuales fomentan la contaminación ambiental, desde los laboratorios de ciencias escolares.

Se adaptaron cuatro principios de la QV en el diseño e implementación de los Protocolos Verdes al elaborar productos de aseo, los cuales se relacionan a continuación:

- Principio 1. PREVENIR LA CREACIÓN DE RESIDUOS: Pájaro & Olivero (2011) lo describe como “Resulta más útil evitar o reducir la producción de desechos que tratarlos o limpiarlos tras su formación” (p.171); luego de analizar los protocolos diseñados, se puede concluir que para los estudiantes este principio se relaciona con la necesidad de conocer las características y propiedades de los materiales y reactivos que se emplean durante el desarrollo del Protocolo Verde, con el objetivo de no generar residuos.
- Principio 4. DISEÑAR PRODUCTOS Y COMPUESTOS MENOS PELIGROSOS: Pájaro & Olivero (2011) manifiestan que “los productos químicos se deben diseñar con una toxicidad mínima” (p.171); este principio en el aula se relaciona con la necesidad de reducir o eliminar los compuestos que puedan ser tóxicos para el hombre y el medio ambiente; es el eje central de la QV.

- Principio 10. DISEÑAR PRODUCTOS FÁCILMENTE DEGRADABLES AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL: Para Pájaro & Olivero (2011) este principio se define como “los productos químicos han de ser diseñados de tal manera que al culminar su función no persista en el ambiente y puedan degradarse a derivados inertes o biodegradables” (p.171), este principio se resume en la necesidad de elaborar productos que no generen residuos durante su elaboración, por lo tanto que no generen posteriores contaminaciones.
- Principio 12. PREVENIR ACCIDENTES: Pájaro & Olivero (2011) define que el “diseñar los procesos químicos, utilizando métodos y sustancias que reduzcan los accidentes (emisiones, explosiones, incendios, entre otros), y minimizar los daños cuando se produzca un accidente” (p.171); este principio fue el más trabajado por los estudiantes, ya que la prevención debe iniciar por el cuidado personal y en el cuidado en la manipulación de los reactivos durante la práctica, por lo tanto dentro del aula este principio debe beneficiar principalmente a quien elabora los diferentes compuestos químicos.

Se espera que en posteriores investigaciones relacionadas con esta temática, se consolide los principios de la QVE como eje articulador de los contenidos curriculares y los protocolos verdes, cuya intención sea favorecer el cuidado y preservación del medio ambiente y de la salud humana; y, fortalecer la capacidad de análisis y reflexión de estudiantes con respecto a su entorno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANASTAS, P. & WARNER, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.
- CARSON, R. (1962). *La Primavera Silenciosa*. Barcelona: Editor Luis de Carol.
- CASULLO, P. (2014). *Introducción de química verde en educación secundaria: ventajas y desafíos*. (Tesis de Maestría). Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay.
- CONTRERAS, R. (2011). Desde el desarrollo Sostenible hasta la química verde. *Revista Investigación*, 42-45.
- DORIA, M.C., & MIRANDA, R. (2013). Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química. *Educación Química*, (24), 94-95
- GARCÍA, F., & DOBADO, J. (2008). Química sostenible: una alternativa creíble. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. 104(3), 205-210.
- GARRITZ (2009). Química verde y reducción de riesgos. *Educación química*, 394-397.
- GÓMEZ (2009). Química Verde. Recuperado de la enciclopedia de la ciencia y la tecnología en México: [http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA\\_VERDE.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA_VERDE.html)
- GONZÁLEZ, M. & VALEA, A. (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la química verde. *Educación química*, 2, 48-52.
- GONZÁLEZ, P., PÉREZ, C., & FIGUEROA, S., (2016). La enseñanza de la Química desde la perspectiva de la Química Verde. *Revista Científica*, 1(24), 40.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw- Hill.
- LÓPEZ, J., (2011) *La Química Verde*. Madrid: CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MARTÍNEZ, J., (2011). Métodos de Investigación Cualitativa. *Silogismos de investigación*, 8(1).
- MELÉNDEZ, C. O., & Camacho, A. (2008). Química verde, la química del nuevo milenio. *Synthesis*, 45, 1-5.
- MONJE, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva – Huila: Universidad Surcolombiana.

- MONYA (2007). Química Verde o Sustentable. Un Nuevo paradigma en la Química, 30-32.
- NIJAZ, M. (2016). History and philosophy of science as a guide to understanding nature of science. *Revista Científica*, 1(24), 7-16.
- OSORIO, R., & DI SALVO, A. (2008). Química verde: Un nuevo enfoque para las actividades experimentales de química. *Multiciencias*, 8, 11-17
- OSSES, S., SÁNCHEZ, I., & IBÁÑEZ, F. M. (2006). Investigación cualitativa en educación: hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 32(1), 119-133.
- PÁJARO, N., & OLIVERO, J., (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169-182.
- PÉREZ, M. (2005). Un marco para pensar configuraciones didácticas en el campo del lenguaje, en la educación básica. La didáctica de la lengua: estado de la discusión en Colombia. Cali – Valle: Universidad del Valle–ICCFBES.
- REYES, L. (2012). Aporte de la Química Verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación química*, 23(2), 222-229.
- REYES, J. D., (2015). Didáctica Del Campo Eléctrico: Perspectiva Del Profesor De Física En Formación Inicial. *Revista Científica*, 1(21), 111-120.
- RODRÍGUEZ, G., GIL, J., & GARCÍA, E., (1999). Metodología de la investigación cualitativa. Málaga: Aljibe.
- SUÁREZ, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 40-56.
- TOBÓN, S., PIMIENTA, J., & GARCÍA, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson educación.
- VARGAS, E., & RUIZ, L. (2007). Química verde en el siglo XXI; Química verde, una química limpia. *Revista cubana de química*, 19(1), 29-32.
- ZALABA, A. (2000). *La práctica educativa: cómo enseñar*. Graó.

