
APROXIMACIÓN A LA QUÍMICA VERDE ESCOLAR, A TRAVÉS DE LOS PROTOCOLOS VERDES

Cortés Rodríguez Adriana Janneth¹; Reyes Roncancio Jaime Duvan² & Bustos Velazco Edier Hernán³

CATEGORÍA: 2 - Trabajo de investigación concluido

LINEA DE TRABAJO # 1- Relaciones entre Investigación y Enseñanza

RESUMEN

Esta propuesta presenta los resultados del diseño e implementación de una secuencia didáctica cuya finalidad es incorporar la Química Verde (QV) en la Escuela. Surge como resultado de reflexionar sobre QV, considerada una nueva tendencia a nivel mundial que por medio de sus doce principios busca diseñar nuevos productos y metodologías que reduzcan y/o eliminen la producción de sustancias nocivas para el medio ambiente y la salud humana.

PALABRAS CLAVE: Química Verde, protocolo verde, enseñanza, laboratorio, Química Verde Escolar.

OBJETIVO

Diseñar e implementar protocolos verdes como estrategia para la enseñanza de la Química Escolar con los estudiantes de grado décimo de un Colegio Distrital de Bogotá.

MARCO TEÓRICO

Los referentes conceptuales considerados se centran en la QV que nace en la década de los 90's en Estados Unidos, dentro de los objetos formales de estudio de la United States Environmental Protection Agency (EPA), debido a la

¹Magister en Educación - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - ayanacor@gmail.com

²Doctor en Educación - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - jdreyes@udistrital.edu.co

³Candidato a Doctor en Educación - Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Candidato a Doctor en Geografía - Universidad Nacional la Plata - Argentina - ehbustosv@udistrital.edu.co

problemática ambiental de la época y a la reflexión planteada por Carson (1962) “El rociar para eliminar insectos u otras especies [...], mata también a pájaros y otros organismos cuya destrucción no se desea [...]. Sin el canto de los pájaros, la primavera sería silenciosa” (p.90), lo que promovió la generación de la conciencia social y medioambiental.

Paralelo a su creación, los organismos americanos desarrollaron actividades encargadas de conservar y preservar el medio ambiente a nivel mundial (ver cuadro 1), las cuales impregnaron el campo académico.

Cuadro 1. Evolución de la QV

Año	Acontecimiento	Descripción
1970	Creación de la Agencia de Protección Ambiental de EUA	Encargada de proteger la salud de los humanos y al medio ambiente
1990	Aprobación del Acta para la prevención de la contaminación	La cual unifico leyes ambientales y ayudo a prevenir la generación de contaminantes
1997	Creación del Instituto de Química Verde	Para promover la investigación, la educación, la diseminación de información
1998	Publican los doce principios de la QV	Consolida las características de la QV
2001	Se incorpora la American Chemical Society	Máxima organización que apoya la investigación en el campo de la Química
2005	Fundación de la Red Verde Internacional	ONG que trabaja para hacer frente a los desafíos globales

Fuente propia

Como se observa en el cuadro 1, la QV es definida por Anastas & Warner (1998) 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 representó un cambio de paradigma en la legislación de EEUU concerniente a las problemáticas medioambientales que se generan por el uso indiscriminado de compuestos químicos en los diferentes ámbitos de la sociedad. (Ver imagen 1)

Imagen 1. QV en diferentes ámbitos



Figura Propia

A nivel mundial se pueden consolidar cinco ámbitos, en los cuales la QV se toma como una alternativa para desarrollar propuestas sobre la reutilización de residuos y la obtención de productos amigables para el medio ambiente.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló con enfoque cualitativo de tipo descriptivo, empleando la IA (Investigación Acción) como metodología orientada hacia el cambio educativo desde la perspectiva de Suárez (2002), donde la IA es “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” (p.42); lo que se puede traducir, en el mejoramiento de las prácticas pedagógicas, ya que en este caso, busca incorporar la Química Verde en los currículos de Ciencias Naturales a nivel escolar empleando “Protocolos Verdes”.

El proceso metodológico se desarrolló en tres fases: la primera “Exploratoria”, cuya finalidad fue la revisión bibliográfica y el diseño de las herramientas para recolección de la información; la segunda, el “Desarrollo”, donde la intersección entre implementación de la SD y la recolección, arrojan los datos que se emplearán en la tercera fase, llamada “Sistematización” basada en la organización de la información obtenida y el posterior análisis (ver imagen 2).

Imagen 2. Proceso Metodológico



Fuente propia

Fase Exploratoria

En esta fase, se realizó un Mapeamiento Informativo Bibliográfico el cual “se constituye en una opción para orientar búsquedas, para seleccionar fuentes bibliográficas” (Molina et al., 2013, p.3), del cual se obtuvo la consolidación de la información necesaria para caracterizar el tipo de investigación y el enfoque.

En cuanto al diseño de herramientas para recolección de información, se empleó el Diario de Campo (DC) el cual permitió sistematizar las prácticas; paralelo se realizó el diseño, validación e implementación de la Secuencia Didáctica (SD) que son un conjunto de actividades que en términos de Rodríguez (2011) se planean y se llevan al aula para generar una relación didáctica frente a la temática de investigación. Así, la SD diseñada, se desarrolló en cinco etapas:

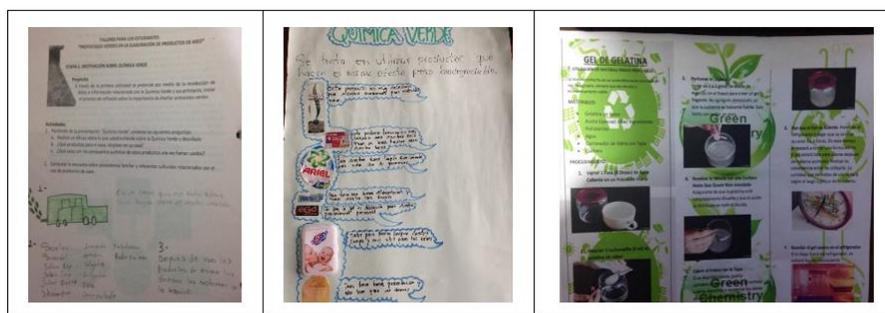
- La primera “Motivación”, consiste en acercar conceptualmente al estudiante sobre el origen, historia, principios y aplicación de la QV.
- La segunda “Introducción”, muestra al estudiante la QV en el laboratorio y la importancia de conocer sus principios.
- La tercera “Diseño del Protocolo Verde (PV)”, se elabora la práctica amigable para el medio ambiente.
- La cuarta “Implementación del PV”, se elaboran los productos de aseo.

- La quinta "Socialización del PV", se presenta a la Comunidad Educativa el proceso de diseño e implementación.

Fase de Desarrollo

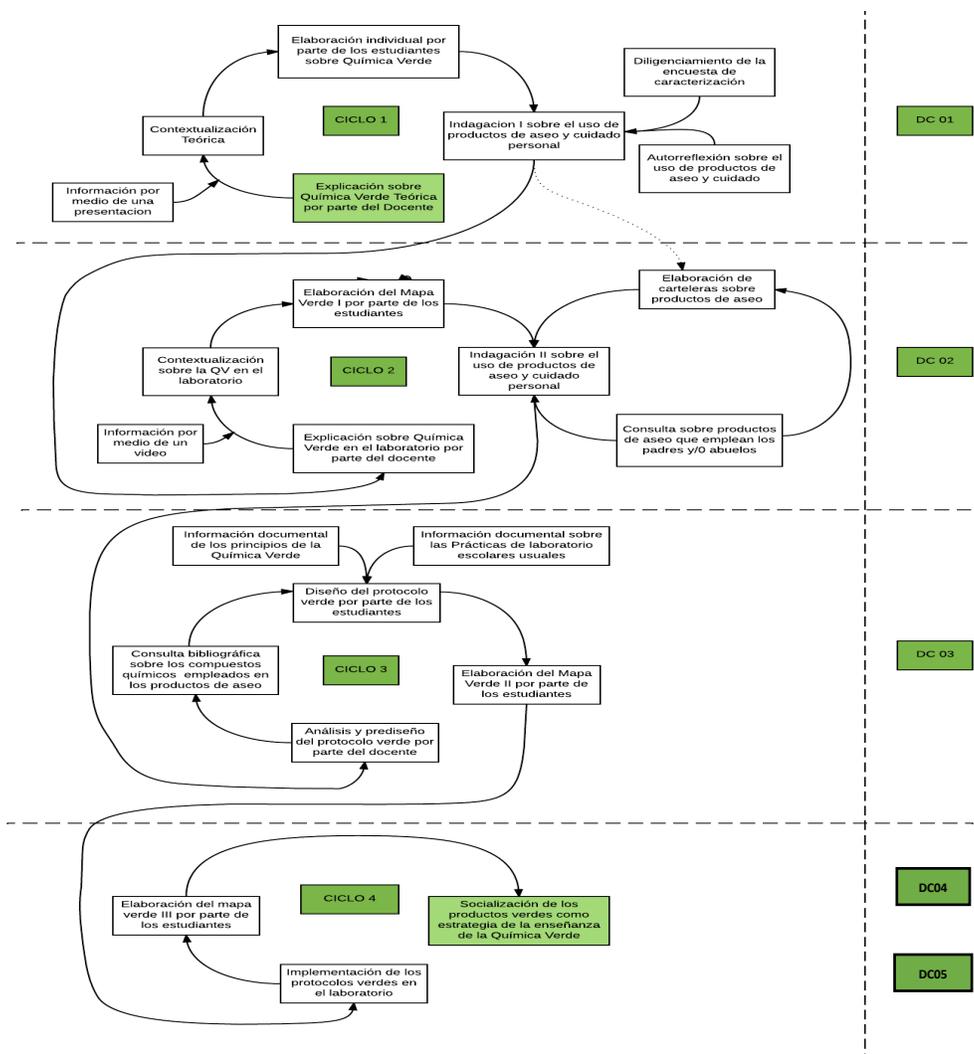
Se compone de la implementación de la SD (imagen 4) y la recolección de la información, la cual se plasmó en documentos (imagen 3) elaborados por estudiantes como parte de las actividades de la SD, y en fotografías del diseño, implementación y socialización del protocolo verde, y en los DC.

Imagen 3. Ejemplos de la Información recolectada



Fuente Propia

Imagen 4. Reconstrucción del proceso de Implementación de la SD



Construcción Propia

Al reconstruir el proceso de implementación de la SD, se evidencia la presencia de cuatro ciclos los cuales resaltan 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. Esta investigación por ser al interior de la Institución Educativa, se enmarca dentro de la experiencia de innovación en el aula sobre QVE, que implicó una integración entre el conocimiento sobre QV y el conocimiento didáctico (ciclo 1 y 2); y 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).

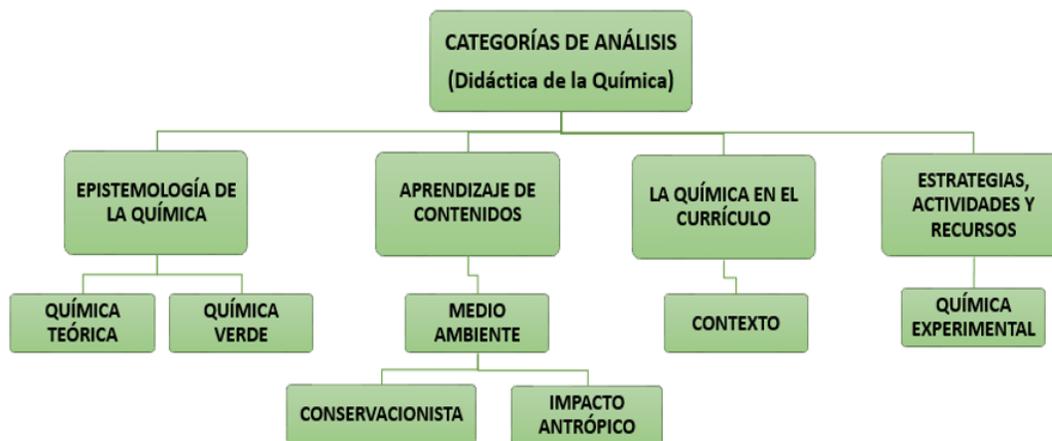
Fase de Sistematización

En esta se realiza la sistematización de los datos obtenidos transcribiendo en plantillas de Word las actividades realizadas en cada etapa de la SD; posterior a esta fase, se inicia el proceso de análisis de la información, para la cual se emplea el software MAXQDA.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos parten de la categorización con respecto a la didáctica de la Química, que pretende ofrecer elementos y lineamientos metodológicos para propiciar una mentalidad científica y una actitud dinámica y participativa en la enseñanza y aprendizaje de la Química. Las categorías previas fueron:

Imagen 5. Categorías de Análisis

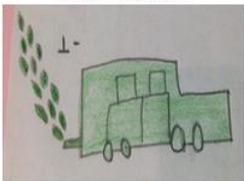
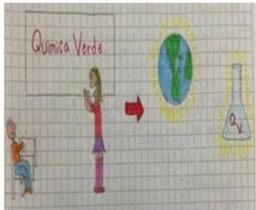


Fuente propia

Sin embargo durante el análisis, surgen tres categorías emergentes las cuales son: Cuidado Personal, Fenómenos Físicos y Prevenir Accidentes. La síntesis de categorías, se presenta a continuación:

Cuadro 2. Síntesis de las categorías

	SÍNTESIS DE LAS CATEGORÍAS	EJEMPLOS
CONSERVACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Define la QV como estrategia para solucionar problemáticas ambientales, presentando una visión conservacionista del medio ambiente Presenta la importancia de la QV, al usar nuevas técnicas donde es fundamental el empleo de recursos naturales para la elaboración de productos Establece relación entre la QV y la naturaleza a través de las prácticas de laboratorio amigables al medio ambiente Manifiesta la QV, como la herramienta para elaborar productos que sean benéficos para el hombre 	E14 – ET1 - QV DEF INDIVIDUAL - se pueden hacer productos naturales que no contamine, ni dañe el medio ambiente
		E15 – ET2 - INQUIETUDES VIDEO - ¿Cómo se pueden concientizar al mundo de que debemos usar la QV?
CONTEXTO	<ul style="list-style-type: none"> Enfatiza el interés por discutir la pertinencia de la QV como contenido curricular Plantea la necesidad de iniciar el proceso de formación en QV a nivel escolar 	G04 - ET4- QV TEXTO DEF GRUPAL -En el dibujo quiero demostrar que al incorporar la Química Verde en los estudios básicos, medios y universitarios se podría tener un mejor futuro.
CUIDADO PERSONAL	<ul style="list-style-type: none"> Relaciona los procesos químicos desarrollados bajo el enfoque QV con la mitigación de problemáticas ambientales que afectan la salud humana Manifiesta la importancia de elaborar productos de aseo que no emitan gases dañinos durante su preparación; que sean menos peligrosos y biodegradables 	G04 - ET4- QV TEXTO DEF GRUPAL- Realizar procesos químicos de tal manera que no hagan daño (...) ni a la salud humana (incluyendo a los animales)
		G02 - ET2 - CARTELERAS PRODUCTOS ASEO 

IMPACTO ANTRÓPICO	<ul style="list-style-type: none"> Distingue las diferencias entre QV y Química Ambiental Muestra la QV como una opción para mitigar las problemáticas ambientales Describe la QV como la encargada de transformar la toxicidad de algunos compuestos 	E02 - ET1 - QV DEF INDIVIDUAL – El mundo [...] destruye lo que le da vida
		ET4- G07 - ET4- QV TEXTO DEF GRUPAL -la otra mitad solo se dedica a destruir la naturaleza
FENÓMENOS FÍSICOS	<ul style="list-style-type: none"> Indaga sobre los beneficios y desventajas de los fenómenos físicos empleados en las prácticas de laboratorio de QV Valora las condiciones físicas en una reacción, analizando los pros y los contras de los productos elaborados 	E01 - ET1 - QV FOTOS DEF INDIVIDUAL 
QUÍMICA EXPERIMENTAL – LABORATORIO	<ul style="list-style-type: none"> Describe las prácticas de QV, como el espacio destinado a la formación de nuevos productos y/o replicación de los existentes, para preservar el medio ambiente Refiere la QV como la encargada de crear productos químicos con metodologías “verdes” que favorezcan al ser humano Plantea una simbiosis entre laboratorio y el cuidado del medio ambiente (transformación de productos peligrosos y nocivos que contaminan, por productos naturales que generan vida) Determina la importancia de preparar con anterioridad el trabajo de laboratorio conociendo las propiedades y características de los compuestos que se emplearán 	E04 - ET1 - QV DEF INDIVIDUAL Pienso que es la unión de varios productos naturales
		E2 - ET1 - QV FOTOS DEF INDIVIDUAL 
		G04 - ET4 - QV FOTOS DEF GRUPAL 

PREVENIR ACCIDENTES	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce la importancia de prevenir accidentes con el uso de implementos básicos de protección en el laboratorio Relaciona el cuidado del manejo de materiales y reactivos dentro del laboratorio con el principio doce de la QV 	G06- ET4 - IMPLEMENTACION PV 
		E29 - ET1 - QV DEF INDIVIDUAL Que con la química verde podemos crear productos no tan tóxicos e inflamables.
QUÍMICA TEÓRICA	<ul style="list-style-type: none"> Profundiza algunos conceptos propios de la Química, los cuales se aplican al trabajo experimental Se cuestiona la importancia de la química como eje de la vida 	E29 - ET1 - QV DEF INDIVIDUAL Que con la química verde podemos crear productos no tan tóxicos e inflamables.
		E03 - ET2 - INQUIETUDES VIDEO - ¿Cuántas químicas hay? ¿Cuáles son las principales?
QUÍMICA VERDE	<ul style="list-style-type: none"> Refleja curiosidad por indagar y conocer aspectos de la QV, relacionados con el origen, propósitos y principios Se interesa por conocer sobre el desarrollo actual y futuro de la QV Resalta la importancia de investigar sobre la QV en diversos ámbitos de la sociedad Manifiesta la falta de divulgación de la QV a nivel educativo 	E09 - ET2 - INQUIETUDES VIDEO - ¿Por qué la QV no está desarrollada igual en todos los países
		E17 - ET2 - INQUIETUDES VIDEO - ¿En cuánto tiempo se verán los resultados de usar QV? - ¿Qué laboratorios investigan sobre QV?

Fuente propia

CONCLUSIONES

Para los estudiantes, es evidente la visión conservacionista del medio ambiente, al definir la QV como una estrategia para solucionar problemáticas ambientales, las cuales vienen deteriorando la salud de las personas a nivel mundial; ocasionadas por actividades, procesos o comportamientos humanos, culturales, económicos, políticos y sociales que cotidianamente afectan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre las personas, el ambiente y la sociedad. Es de resaltar, que

actualmente, la QV se está consolidando como la encargada de elaborar productos que sean benéficos para el hombre y transformar la toxicidad de algunos compuestos, usando nuevas técnicas en las cuales es fundamental el empleo de recursos naturales para la elaboración de nuevos productos.

Durante la investigación se generó una simbiosis entre laboratorio y el cuidado del medio ambiente, a tal punto de considerar la QV como la encargada de crear productos químicos que sean elaborados con productos naturales ya que estas nuevas metodologías "verdes" favorecen al medio ambiente y al ser humano. Sin embargo, es necesario fraccionar la idea de trabajar la QV desde la creación de productos naturales con productos naturales; se debe considerar la QV como una estrategia transversal a cualquier práctica de laboratorio que se realice en el ámbito académico o industrial.

Es evidente que la QV por ser una ciencia emergente, no es trabajada en los espacios académicos de los niveles de básica y media; por lo tanto esta experiencia se puede considerar exploratoria, al incluir en la Escuela, referentes teóricos y metodológicos de la QV en lo que se denominó QVE "Química Verde Escolar", al desarrollar prácticas con protocolos verdes que motivaron su aprendizaje desde la experimentación y consolidaron el reducir y/o eliminar los desechos que se producen y que fomentan la contaminación ambiental, desde los laboratorios de química.

Se espera que este primer acercamiento a la QVE a nivel de básica y media, no solo fomente un sentir frente a los aspectos ambientales que son tangibles para los estudiantes, sino que permita interiorizar los principios de la QV durante el desarrollo de las prácticas que fomenten el empleo de los "Protocolos Verdes", cuyas intenciones son 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Anastas & Warner (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Carson (1962). *Primavera Silenciosa*. Critica Barcelona.
- Casullo (2014). *Introducción de conceptos de Química Verde en Educación Secundaria: ventajas y desafíos*". Uruguay.
- Contreras (2011). *Desde el desarrollo Sostenible hasta la química verde*. Revista Investigación, 42-45.
- Doria & Miranda (2013). *Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química*. Educación Química.

- García & Dobado (2008). Química sostenible: una alternativa creíble. *Revista Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 205-210.
- Garriz (2009). Química Verde y reducción de riesgos. *Revista Educación Química*, 394-397.
- Gómez (2009). Química Verde. Obtenido de La enciclopedia de la ciencia y la tecnología en México: http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/QUIMICA_VERDE.html
- González & Valea (2009). El compromiso de enseñar química con criterios de sostenibilidad: la química verde.
- González, Pérez & Figueroa (2016). La enseñanza de la Química desde la perspectiva de la Química Verde. *Revista Científica*. 24,24-40
- Hernández, Fernández & Baptista (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw- Hill.
- López (2011) La Química Verde. CSIC "Consejo Superior de Investigaciones Científicas"
- Martínez (2011). Métodos de Investigación Cualitativa. Silogismo, *Revista de Investigación*.
- MAXQDA, licencia número MASE12-TEC3Gv-owqOb8-LGWzKY-ZU49OS.
- Meléndez & Camacho (2008). Química verde, la química del nuevo Milenio. *Revista Synthesis* 45.
- Molina, Bustos, Pérez, Castaño, Suárez & Sánchez (2013). Mapeamiento Informacional bibliográfico de enfoques e campos temáticos da diversidad cultural.
- Monje (2011). *Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva - Huila.
- Monya (2007). Química Verde o Sustentable. Un Nuevo paradigma en la Química, 30-32.
- Osorio & Di Salvo (2008). Química Verde: Un nuevo enfoque para las actividades experimentales de química. *Multiciencias*, 11-17.
- Osses, Sánchez & Ibáñez (2006). Investigación Cualitativa en Educación. Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios Pedagógicos XXXII*, 119-133.
- Pájaro & Olivero (2011). Química Verde un nuevo reto. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 168-182.
- Porta & Silva (2013). La Investigación cualitativa: El análisis de Contenido de la Investigación Educativa.
- Reyes (2012). Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación Química*, 222-229.
- Reyes (2015). Didáctica Del Campo Eléctrico: Perspectiva Del Profesor De Física En Formación Inicial. *Revista Científica*. 21, 111-120.
- Rodríguez, Gil, & García (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Aljibe.
- Suárez (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 40-56.

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2016, Número Extraordinario. **ISSN Impreso:** 0121-3814, **ISSN web:** 2323-0126
Memorias, Séptimo Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. 12 al 14 de octubre de 2016, Bogotá



Tobón, Pimienta & García (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias*. México: Pearson - Prentice Hall.
Vargas & Ruiz (2007). *Química verde en el siglo XXI; Química verde, una química limpia*. . *Revista Cubana de Química*, 29-32.
Zalaba (2000). *La práctica Educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Grao