

EL CASO DE LA FLUOROSIS

PARA DESARROLLO DE PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA

Leydi Ordoñez Carlosama

dqu_lyordonezc875@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Carlos Mario Riveros Toro

dqu_cmriverost949@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Diego Alexander Blanco Martinez

dablancom@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional
Colombia

Resumen

Este artículo se configura como un reporte de investigación producto de un trabajo de grado que pretendió desarrollar tres habilidades de pensamiento crítico mediadas por una secuencia didáctica que tiene como componente conceptual una controversia sociocientífica asociada a la fluorosis y a la potenciometría de ion selectivo. Para dicho fin, se diseñaron, validaron y aplicaron un test inicial, test de laboratorio y test final, además de una actividad teórica y un juego de roles centrados en la identificación y desarrollo de habilidades de pensamiento crítico de diecinueve profesores de química en formación inicial de una institución de educación superior de Bogotá, Colombia. Es importante destacar, que al final de la aplicación de la secuencia didáctica con un 84,21% se fomentó en mayor medida una de las tres habilidades de pensamiento crítico y las otras dos con un 47,37%, lo que indica que la secuencia didáctica está orientada a relacionar los conocimientos procedimentales, actitudinales y cognitivos con la toma de decisiones y la proposición de soluciones a la fluorosis entendiendo las oportunidades del contexto.

Palabras clave: Controversia sociocientífica, Fluorosis, Pensamiento crítico, Potenciometría, Secuencia didáctica.

Abstract

This article is configured as a research report product of a degree that sought to develop three critical thinking skills mediated by a didactic sequence whose conceptual component is a socio-scientific controversy associated with fluorosis and selective ion potentiometry. For this purpose, an initial test, laboratory test and final test were designed, validated and applied, in addition to a theoretical activity and a role play focused on the identification and development of critical thinking skills of nineteen teachers of chemistry in initial training of a higher education institution in Bogotá, Colombia. It is important to point out that at the end of the application of the didactic sequence with 84.21%, one of the three critical thinking skills was promoted to a greater extent and the other two with 47.37%, which indicates that the sequence didactic is oriented to relate the procedural, attitudinal and cognitive knowledge with the decision making and proposition of solutions to the fluorosis understanding the opportunities of the context.

Keywords: Socioscientific controversy, Fluorosis, Critical thinking, Potentiometry, Didactic sequence.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (2006) la calidad del agua que se consume a diario es un aspecto relevante frente al padecimiento de enfermedades y a la percepción de bienestar de la población. La gran mayoría de los problemas de salud ocasionados por el agua se deben a la contaminación por

microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos), sin embargo, la contaminación por sustancias químicas está generando una afectación en la disponibilidad del recurso vital. Por otro lado, en Colombia se realiza adición a la sal de mesa de yodo y flúor en su forma iónica, y es regulada por el Decreto 547 de 1996 donde se definen las condiciones sanitarias para la producción, empaque y comercialización de la sal para consumo humano y establece el monitoreo dentro de los requisitos físico-químicos, de los contenidos de ión yoduro (50 – 100 ppm) e ión fluoruro (180 – 220 ppm). Así mismo, algunos alimentos presentan contenido de ion flúor como el arroz, plátano, naranja, papa, panela, entre otros.

Particularmente para efectos de este trabajo, entre los elementos utilizados para la higiene bucal se categorizan las cremas dentales y los enjuagues bucales con ion flúor, considerados un medio eficaz en la remoción mecánica de placa bacteriana y una forma de evitar los procesos de desmineralización. Sin embargo, la fluorosis es entendida como una enfermedad basada en la hipomineralización del esmalte por aumento de la porosidad debido a una excesiva ingesta de ion flúor durante el desarrollo de los dientes; por consiguiente, es importante analizar las diferentes implicaciones del consumo del ion flúor en la salud de la población en general, las principales fuentes de contaminación por el ion y los elementos cotidianos que aportan éste elemento al cuerpo, como las cremas dentales y enjuagues bucales (Báez, Botaz, Nagata y Pelim, 2015).

En tal sentido, ésta ponencia surge de la investigación realizada por Ordoñez y Riveros (2018) que implicó la implementación de una secuencia didáctica, que tenía como componente conceptual una controversia sociocientífica (de ahora en adelante CSC) asociada a la fluorosis y a la potenciometría de ion selectivo para el desarrollo de tres habilidades de pensamiento crítico de un grupo de profesores de química en formación inicial (de ahora en adelante PDQFI) de un programa de Licenciatura en Química de una institución de educación superior de Bogotá D.C., Colombia.

Metodología

La muestra objeto de estudio corresponde a 19 PDQFI de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional que cursaban el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II correspondiente a VII semestre. Se analizó las diferentes intervenciones antes - durante - después de la implementación con relación a las habilidades de pensamiento crítico; para dilucidar dicha intención se realizó un análisis de discurso donde se codificó los participantes como P1 a P19 en los diferentes instrumentos. Este análisis discursivo se realizó por medio del programa Nvivo 12 Pro, un software libre por 14 días dirigido a la investigación de métodos cualitativos y mixtos; que permitió de manera eficiente realizar la clasificación de la información.

Fases de investigación

Fase 1. Estado del arte

En esta fase se realizó una revisión teórica acerca de Secuencia didáctica y fluorosis, cuantificación de flúor, electrodo ion-selectivo flúor y fluorosis como CSC, encontrando que el abordaje y la relación de las

temáticas en cuestión es mínimo, por lo tanto, el trabajo de grado puede ser un elemento importante en la construcción de relaciones entre la fluorosis, la potenciometría de ion selectivo y una secuencia didáctica basada en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico.

Fase 2. Caracterización de los profesores de química en formación inicial.

Para la caracterización de los PDQFI se implementa el test de entrada que está direccionado en indicar el nivel crítico en su discurso orientado en la CSC basada en la fluorosis, su relación con la CTSA, la transformación del discurso, todo esto para evaluar cuáles de las tres habilidades de pensamiento crítico han construido durante su proceso formativo, como se evidencian en la tabla 1. Cabe destacar que las CTSA se basa en que los estudiantes construyan conocimientos desde una perspectiva integral, vinculada a los aspectos sociales, éticos, económicos y políticos; lo cual permite la comprensión de la ciencia como actividad social y su aplicabilidad científica (Torres, 2014).

Fase 3. Calibración del método potenciométrico.

Se realizó una práctica de laboratorio con el fin de calibrar el electrodo combinado para fluoruros y el ionómetro con el fin de ajustar la linealidad y la correlación de datos. Para ello se desarrolló la actividad práctica para realizar una curva de calibración a partir de soluciones patrón y reportar mediciones de muestras de dentífricos, luego se hizo el tratamiento de datos respectivo, según Clavijo (2002).

Fase 4. Diseño de la secuencia didáctica.

En el diseño de la secuencia didáctica se desarrolló una conceptualización previa del pensamiento crítico y las CSC en la relación con la potenciometría en el caso de la fluorosis, con la siguiente disposición de las actividades direccionadas a las habilidades de pensamiento crítico que se definieron para trabajar y el contenido de los instrumentos propuestos.

Fase 5. Validación de instrumentos.

Posterior a la construcción de los instrumentos y la secuencia didáctica como tal, se sometió a juicio de expertos para la validación de dicha herramienta didáctica, analizando la pertinencia y viabilidad para la implementación en desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico. La matriz de validación fue tomada y adaptada de Díaz, Garzón & Hernández (2014), donde se modificaron los temas de enfoque de la investigación.

Fase 6. Implementación de la secuencia didáctica.

En la implementación de la secuencia didáctica, se tuvieron en cuenta actividades de: Test inicial, debate sobre la fluorosis, intervención didáctica, práctica de laboratorio y test final.

Fase 7. Análisis de Resultados.

Se realizó la revisión y análisis de los resultados de cada una de las actividades propuestas en la secuencia didáctica, las cuales fueron direccionadas al desarrollo de tres habilidades del pensamiento crítico.

Asimismo, se realizó el análisis de la información descrita en los diferentes instrumentos y posteriormente se clasificó e identificó relacionando dichas habilidades con el indicador propuesto, en la tabla 1. Se presentan los indicadores de la habilidad de pensamiento crítico que fueron objeto de análisis:

Tabla 1. Rúbrica de evaluación Tomado y adaptado de Solbes & Torres (2012).

Habilidad del Pensamiento Crítico	H	Indicadores de Habilidad	
Estar informado sobre el tema, no limitarse al discurso dominante y conocer posturas alternativas. Cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, detectar falacias argumentativas, evaluar la credibilidad de las fuentes teniendo en cuenta los intereses subyacentes.	H1	H1-1	Identifica las características de la problemática de la fluorosis y su aplicabilidad.
		H1-2	Establece relaciones entre los conceptos centrados en la potenciometría y la fluorosis.
Valorar y realizar juicios éticos en torno a la CSC atendiendo a la contribución de los mismos a la satisfacción de necesidades humanas, a la solución de los problemas del mundo.	H2	H2-1	Propone acciones frente al uso de dentífricos y su relación con la fluorosis.
		H2-2	Diseña metodologías para reducir el riesgo de la fluorosis en situaciones hipotéticas.
Construir planteamientos y conclusiones, adecuadamente sustentados, que lleven a tomar decisiones fundamentadas, a promover acciones para el mejoramiento de la calidad de vida y a ser capaces de transformar su realidad solucionando diferentes situaciones a nivel personal, familiar y laboral.	H3	H3-1	Formula alternativas para dar solución a la fluorosis relacionándolo con el contexto en el que se desarrolla.

Luego, como fase final, se aplicó un último test con el fin de contrastar el progreso en dichas habilidades del pensamiento crítico, se evaluaron los alcances de la secuencia didáctica, la comprensión de los conceptos y método potenciométrico para la determinación de ión fluoruro en dentífricos, y, finalmente se identificó la habilidad que tuvo mayor desarrollo en los PDQFI.

Por último, se presentan los criterios de clasificación de cada una de las preguntas realizadas en los instrumentos por sesión.

Tabla 2. Criterios de Clasificación por preguntas.

Criterio	Denominación
Explicación Adecuada	<i>EA</i>
Explicación con Rasgos Generales	<i>ERG</i>
Explicación Fuera de Contexto	<i>EF</i>
No Responde	<i>NR</i>

Nota: Tomado de Solbes y Vilches (2004).

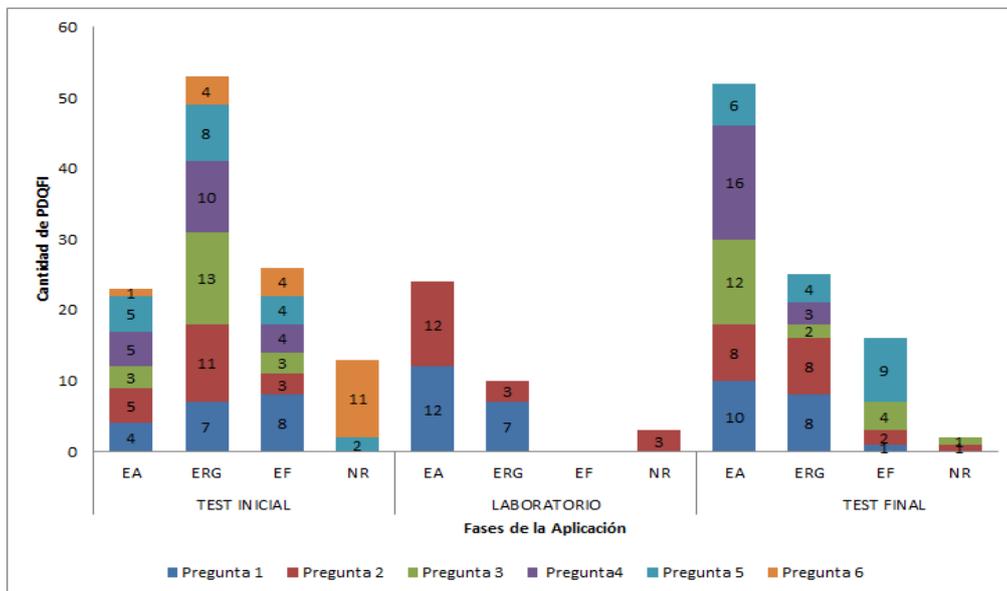
Para estos criterios se debe tener en cuenta:

- Explicación Adecuada: Si el estudiante responde de manera apropiada a la pregunta.
- Explicación con rasgos generales: Si se mencionan aspectos generales de las respuestas, pero hace falta coherencia en sus respuestas
- Explicación fuera de contexto: Si efectúa respuestas no afines con lo cuestionado.
- No responde: Si el estudiante deja en blanco el espacio de la pregunta

Resultados y Análisis de resultados

A partir del software Nvivo 12 pro mencionado en el apartado metodológico, el cual permitió la organización y selección de la información de los instrumentos aplicados y su procesamiento. Se insertaron los criterios de evaluación para cada una de las preguntas de cada instrumento y de acuerdo a un documento que contenía el compilado de respuestas se empezó a clasificar cada respuesta teniendo en cuenta criterio y las variables definidas para cada uno de estos.

Así, se construyó una gráfica que relaciona los diferentes criterios de evaluación con la cantidad de participantes que desarrollaron dichos instrumentos en los diferentes momentos de aplicación (Test Inicial - Laboratorio - Test Final) relacionando las preguntas realizadas en los diversos momentos (ver Gráfica 1).



Gráfica 1. Recopilación de los criterios de evaluación de los instrumentos de la secuencia didáctica.

Test Inicial

De acuerdo a la recopilación presentada en la gráfica anterior, específicamente en la fase de test inicial se observa la presencia de mayor cantidad de PDQFI en la categoría de ERG especialmente en la pregunta seis. Esta pregunta es referida a la H2 enfocada a formular alternativas para dar solución a la fluorosis relacionándolo con el contexto en el que se desarrolla; dos fragmentos que representan el nivel antes mencionado se presentan a continuación:

“...Realizaría charlas educativas, repartiría volantes con información para que la comunidad de Villapinzón tenga conocimiento sobre el problema que se está presentando y concientizar a la población trabajadora de la empresa del gran daño ambiental que están provocando y para esto haría ejemplos en los que el flúor afecte sus órganos...”-P2

En estos apartados se evidencia una explicación general de acuerdo a la pregunta basada en una situación hipotética a partir de la cual se pone en juego características como diseñar metodologías que conlleven a generar acciones; si bien presentan particularidades referidas a la habilidad que se estaba identificando, se busca que este nivel pueda aumentar a una explicación más argumentada de acuerdo a la situación que se les presenta. Por ello se potenciaron las habilidades relacionadas con las preguntas que se encontraron en mayor cantidad en las categorías NR y EF por medio de las intervenciones y actividades realizadas.

Sin embargo, en este test inicial se identificó que la menor cantidad de respuestas de los estudiantes se presentó en la pregunta sexta con el total de 1 participante que se encontró en la categoría de EA la cual respondió lo siguiente:

“...por medio de potenciometría (Preparar las soluciones patrón a diferentes ppm, preparar una solución de crema dental, soluciones de TISAB y otras, medir el voltaje mV de la solución preparada...” –P19

La anterior respuesta se define dentro de la pregunta que especifica la proposición de metodologías que promuevan la toma de decisiones para llegar a promoción de acciones en este caso desde la potenciometría. Cabe resaltar que la participante P19, tiene amplio conocimiento en las temáticas abordadas puesto que realizó su trabajo de grado en dichos asuntos. De ésta forma se procede a realizar la calibración del método potenciométrico que se llevó a cabo durante la implementación de la secuencia didáctica relacionando la potenciometría como componente conceptual.

Debate

Inicialmente se analizó la transcripción del debate posteriormente se categorizó bajo los parámetros de las 15 palabras más comunes utilizadas dentro del discurso usando el programa Nvivo 12, en éste ejercicio se tuvieron en cuenta las intervenciones de una profesional de la salud que intervino en el debate, una paciente que presenta fluorosis y los PDQFI que cumplían diferentes roles como ciudadanos, políticos, empresarios, profesores y estudiantes, que se denotan como Ci, Po, Em, Pr y Es, respectivamente en la transcripción del debate. Los resultados obtenidos de dicho análisis mediante una nube de palabras generada por el programa se presenta a continuación:



Figura 1. Palabras más comunes utilizada por la profesional de la salud

En esta figura se presentan las palabras más comunes en el siguiente orden de la que mayor se presenta a la menor: flúor, dental, crema, dentífricos, fluorosis, niños, tópico, caries, dientes, escupir, problema, uso, agua, calcio y esmalte. Como se sustenta en los siguientes fragmentos:

“Bueno, ahí creo yo que las marcas comerciales deben ser más claras en la publicidad y que el gobierno ordene que en todas las sesiones de salud bucal se eduque a las mamás, especialmente, y que haya claridad con el uso de las cremas dentales, antes y después de que el niño aprender a escupir” - I2

Posteriormente se presenta el análisis de la paciente que tiene la patología este análisis se muestra en la siguiente figura:

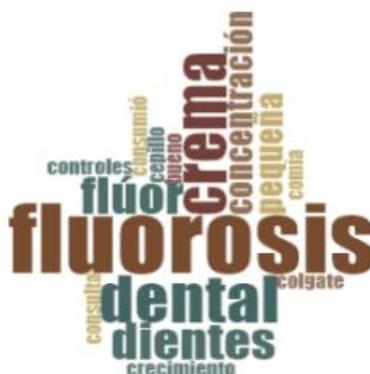


Figura 2. Palabras más comunes utilizada por la paciente que sufre de fluorosis.

Dentro de esta las palabras fueron: fluorosis, crema, dental, dientes, flúor, concentración, pequeña, bueno, cepillo, Colgate, comía, consulta, consumió, controles y crecimiento. En concordancia con lo mencionado por la profesional de la salud. El tratamiento que ella reporta para dicha patología es usar crema dental con baja concentración de flúor y comer menos sal, debido a que en Colombia la sal está fortificada con flúor, como se mencionó en apartados anteriores; a continuación en el fragmento:

“...primero me dijeron que tenía descalcificación y pudo haber sido por medicamentos que mi madre consumió en el embarazo, o mis hábitos de niña, ya cuando tenía 13 años me dijeron que tenía fluorosis...” - II

Finalmente, en el debate que se realizó con los respectivos actores sociales se obtuvo el siguiente resultado:



Figura 3. Palabras más comunes utilizada por los profesores de química en formación inicial.

Donde las palabras en su respectivo orden fueron: flúor, crema, dental, uso, cantidad, fluorosis, salud, productos, alimentos, dentífricos, estudiantes, niños, bueno, dientes y educación. Respondieron de acuerdo al actor social que interpretando argumentaron sobre su posición frente a la fluorosis y sus implicaciones.

Donde es importante resaltar que dentro de las habilidades que se evidenciaron en el desarrollo del debate se destacó la de conocer posturas alternativas que dieron pie para evaluar y determinar argumentos que a su vez les permitieran realizar juicios éticos para construir planteamientos y alternativas que conllevaran a una toma de decisiones. Esto se evidenció con palabra usada con más frecuencia por la profesional de la salud, que en los estudiantes fue la misma lo cual da cuenta que los estudiantes toman el discurso de la profesional de la salud como un sustento sólido para explicar y tomar sus posturas. Por otro lado, las palabras secundarias usadas por los estudiantes vinculan tanto el discurso de la profesional de la salud como de la paciente con la patología. Esta última intervención aportó a consolidar la temática debido a que la explicación estaba basada de su experiencia, las indicaciones y recomendaciones que le han dado los odontólogos y las posibles causas por las cuales desarrolló la enfermedad; que a su vez permitió acercar a los estudiantes al contexto.

Laboratorio

Para el desarrollo de la práctica experimental del método potenciométrico, los PDQFI se basaron en un dentífrico escogido por cada actor social. Inicialmente se realizó la curva de calibración respectiva para posteriormente determinar la concentración de ion fluoruro presente en cada producto seleccionado. De acuerdo a ello se realizaron dos preguntas mediante las cuales trabajaron el informe de laboratorio que fueron realizados con anterioridad, muestran que en mayor proporción los estudiantes se encuentran en el nivel EA respecto a las dos preguntas un ejemplo de este nivel en cada pregunta se presenta a continuación:

“...Sí, debido a que el dentífrico empleado para el desarrollo de la práctica de laboratorio tiene un contenido teórico de fluoruro bastante bajo y al comprobar este valor, prácticamente se evidencia que en efecto ese bajo contenido no genera ninguna contraindicación a la salud de los clientes, adicional a ello cumple con lo exigido por la norma técnica y no se encuentra estandarizada en un valor cercano al máximo permitido...” P1, P2, P15 y P19

Si bien estos fragmentos representan el desarrollo de pensamiento crítico, aún se presentan dificultades especialmente en la pregunta dos pues 3 estudiantes no responden a esta; la cual está basada en la H2 y H3 enfocadas en proponer acciones, diseñar metodologías y formular alternativas en el contexto propuesto.

Test final

En lo que corresponde al test final, se realizó como última actividad con el fin de evidenciar las habilidades de pensamiento crítico desarrolladas por los PDQFI luego de la implementación de la secuencia didáctica, cómo se expone en la Gráfica 1. donde se relacionan las preguntas del test final, existe una tendencia en las respuestas de EA que aumentaron significativamente y se redujo significativamente las preguntas cómo NR, es decir, que generalmente hubo una intervención apropiada donde los estudiantes adquirieron y relacionaron los diferentes contenidos con su contexto.

“En Colombia, se comercializan las cremas dentales como productos cosméticos, con concentraciones de flúor entre 1100 y 1500 ppm, siendo por tanto de consumo libre y según demanda del consumidor. El país optó por la fortificación de la sal como vehículo para el suministro poblacional de flúor, con miras a reducir la caries dental, y establece el monitoreo dentro de los requisitos físico-químicos, de los contenidos de Yodo (50 – 100 ppm) y Flúor (180 – 220 ppm). Tener presente las recomendaciones de ingesta y los contenidos de flúor a partir de las diversas fuentes (agua, sal y elementos de higiene), son de utilidad para monitorear y evaluar los riesgos de intoxicaciones agudas y crónicas...” - P2.

Así, los fragmentos inmediatamente anteriores muestran el desarrollo de las tres habilidades evaluadas en el trabajo de grado, se evidencian avances de pensamiento crítico frente al uso de los dentífricos, la relación entre la fluorosis y la potenciometría, la proposición de estrategias e intervenciones en la comunidad para mitigar el impacto de la controversia sociocientífica y tener presente las diferentes políticas que reglamentan las concentraciones mínimas y máximas establecidas para el uso de flúor. Asimismo, se pretendió potencializar en la H2 y H3, puesto que fue la que presentó mayor dificultad para los estudiantes.

Conclusiones

Se caracterización las habilidades de pensamiento crítico y los conceptos sobre la potenciometría que los PDQFI tenían previo a la implementación de la secuencia didáctica, identificando así el componente conceptual a desarrollar en las diferentes intervenciones y orientando las actividades complementarias que desarrollarían y fortalecerían dichas habilidades.

A partir de las actividades didácticas se logró aportar en cuestión conceptual y metodológica al pensamiento crítico en la potenciometría fundamentada desde la controversia de la fluorosis, por consiguiente, se fomentó en la mayoría de los PDQFI habilidades de pensamiento crítico donde interrelacionaron los conocimientos previos tanto disciplinares como experienciales para desarrollar las situaciones propuestas y se permitiera identificar una secuencialidad desde el inicio hasta el final abordando la fluorosis como CSC acorde a la propuesta de Torres, 2014, logrando evaluar la incidencia de la secuencia didáctica siendo propicia para fomentar el planteamiento de metodologías para la resolución de problemas cotidianos que involucran aspectos sociales, políticos y éticos que contemplan las CTS.

Es importante destacar que luego de la investigación se requieren escenarios futuros para poder fortalecer las habilidades que después del test final aún se encuentran en niveles como NR y EF, pues si bien los estudiantes tienen la capacidad de analizar los contextos y abordarlo desde las CTS; se les dificulta la toma de decisiones en cuanto a las situaciones presentadas en el marco del núcleo temático de la potenciometría por lo que se hace necesario dedicar más sesiones a este concepto.

Bibliografía

- Báez, L., Botaz, A., Nagata, M. y Pelim, J.** (2015). Concentración de flúor en cremas dentales y enjuagues bucales para niños vendidos en Bogotá, Colombia. *Revista Nacional de Odontología*, 2 (23), 41-48. Recuperado de: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/1396/1730>
- Clavijo, A.** (2002). *Fundamentos de Química Analítica*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. ISBN: 958-701-143-0
- Díaz, C., Garzón, X. y Hernández, H.** (2014) Los miniproyectos: una estrategia de enseñanza para el Aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con Los electrodos y su influencia en los métodos de análisis electroquímico. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.
- Organización Mundial de la Salud (OMS)**, (2006). Guías para la calidad del agua potable. Recuperado de: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
- Torres, N.** (2014) *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: Un estudio en escenarios de formación docente.* (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia. Valencia, España. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/36116/Pensamiento%20Critico%20y%20Cuestiones%20Sociocient%3ADficas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solbes, J & Torres, N.** (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 26, 247-269. Recuperado de: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/25687/1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ordoñez, L. y Riveros, C.** (2018) El caso de la fluorosis como controversia sociocientífica para el desarrollo del pensamiento crítico mediada por una secuencia didáctica. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.