

**EI CASO DE LA FLUOROSIS COMO CONTROVERSA SOCIOCIENTÍFICA
PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADA POR UNA
SECUENCIA DIDÁCTICA**

LEYDI YURANI ORDOÑEZ CARLOSAMA
CARLOS MARIO RIVEROS TORO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2018

**EI CASO DE LA FLUOROSIS COMO CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICA
PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADA POR UNA
SECUENCIA DIDÁCTICA**

LEYDI YURANI ORDOÑEZ CARLOSAMA
CARLOS MARIO RIVEROS TORO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Licenciado en
Química

Director: Diego Alexander Blanco Martínez MSc.
Codirector: Blanca Florinda Rodríguez

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D.C
2018

Nota de Aceptación

Evaluador

Evaluador

Director

Codirector

Bogotá, Noviembre, 2018

DEDICATORIAS

Dedicatoria Leydi Yurani Ordoñez

Dedico éste de muchos proyectos especialmente a **Dios** pues ha sido pilar fundamental de todo el proceso que he recorrido en la vida. A **Sandra Viveros Carlosama** y **Alejandro Reyes** pues fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, comprensión y apoyo incondicional durante este proceso.

A mi padre **Luciano Ordoñez** y a mi **familia**, por su paciencia y apoyo incondicional.

A **Carlos Mario Riveros** por el compromiso y dedicación para este proyecto y en general durante la carrera un gran compañero. Finalmente a todos mis amigos, compañeros y profesores, que me acompañaron durante este proceso especialmente por sus buenos consejos.

“Dedicado en memoria a mi madre **Socorro Carlosama**”

Dedicatoria Carlos Mario Riveros

Dedico éste logro en primera instancia a **Dios** que me ha brindado paz, acompañamiento espiritual y me ha puesto en buen camino. A mi padre, **Carlos Eduardo Riveros** y mi madre, **María Lilián Toro**, por su incondicional apoyo, comprensión y cariño que me han brindado no sólo en el proceso universitario sino durante toda mi vida, poco a poco se irán viendo los frutos de lo que ustedes han cultivado en mí, espero no defraudarlos y que estén orgullosos de mí.

A mi **familia**, que me han aportado su conocimiento, disposición y energía para ser una mejor persona. A **Julieth Alexandra Reina**, que ha sido mi apoyo incondicional en todos los vaivenes que la universidad nos ha hecho aprender dentro de los procesos formativos disciplinares y sociales, que éste sea también tu ejemplo y que salgas adelante con tus sueños individuales y continuemos con los colectivos.

A mi compañera de trabajo de grado, **Leydi Yurani Ordoñez**, por tener esa seriedad, disposición y comprensión durante su desarrollo y en general, durante toda la carrera.

Por último, **a todos mis amigos, compañeros y profesores**, que disfrutamos del buen fútbol o simplemente grandes momentos en el campus de la universidad.

“Tienes que aprender las reglas del juego y después jugar mejor que nadie”
Albert Einstein

AGRADECIMIENTO

Es importante destacar que el proceso universitario no es fácil, y que cuando se llega a cumplir la meta existe un sentimiento de felicidad, de orgullo y de nostalgia y que marcará por siempre nuestros caminos.

Queda por agradecer a todas las personas que nos escucharon, aconsejaron y guiaron en la carrera como profesores y como personas, como lo son:


Nuestras familias por aportarnos una parte de su conocimiento, disposición y apoyo incondicional durante todos los cacharros que se experimentan en la universidad.

A los profesores **Diego Alexander Blanco** y **Blanca Rodríguez**, por su disposición, conocimiento y constante colaboración para que éste proyecto saliera adelante brindando consejos y apoyo incondicional.

A los profesores **Viviana Rincón** y **Yair Porras**, por evaluar éste proyecto con esmero y dedicación, y a la profesora por brindarnos el espacio académico para implementar la secuencia didáctica.

A los laboratoristas del departamento por su ayuda, comprensión y por compartir su conocimiento, especialmente a **Mercy Viasus** y a **Don Rember**.

MUCHAS GRACIAS.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Revolución y Calidad</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 105	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El caso de la fluorosis como controversia sociocientífica para el desarrollo del pensamiento crítico mediada por una secuencia didáctica.
Autor(es)	Ordoñez Carlosama, Leydi Yurani; Riveros Toro, Carlos Mario
Director	Blanco Martínez, Diego Alexander; Rodríguez Hernández, Blanca Florinda.
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2018. 68 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	FLUOROSIS; HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO; POTENCIOMETRÍA DE ION SELECTIVO; CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS; DENTÍFRICOS; CALIBRACIÓN DE UN MÉTODO POTENCIOMÉTRICO.

2. Descripción
<p>Es un trabajo de grado en donde se desarrolla una secuencia didáctica centrada en la fluorosis como controversia sociocientífica involucrando la potenciometría de ion selectivo como componente conceptual para desarrollar las habilidades de pensamiento crítico en profesores de química en formación inicial que cursan el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II ofertado en la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.</p>

3. Fuentes
<p>Se hizo uso referencias bibliográficas entre las que se encuentran artículos publicados en revistas especializadas, libros, tesis de grado e información de medios electrónicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Anagün, Ş. S., & Özden, M. (2010). Teacher candidate's perceptions regarding socio-scientific issues and their competencies in using socio-scientific issues in science and technology instruction. <i>Procedia - Social and Behavioral Sciences</i>, 9, 981–985. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810023761

- Aguilar, P (2001). Validación del método potenciómetro por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 18(2), 21-23. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342001000100005
- Araya, J. (2014) El uso de la secuencia didáctica en la Educación Superior. *Revista Educación*. 38(1), 69-84. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/440/44030587004.pdf>
- 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>
- Bakker, E., Bhakthavatsalam, V., & Gemene, K. L. (2008). Beyond potentiometry: Robust electrochemical ion sensor concepts in view of remote chemical sensing. *Talanta*, 75(3), 629–635. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2515865/>
- Cabrero J & Richart Martínez M. (2008). El debate investigación cualitativa frente a investigación cuantitativa. *Enfermería Clínica*, 6(5), 212-217. Recuperado de: http://www.uhu.es/formacion_profesorado/Debate_inv-cualitativa_frente-inv-cuantitativa.pdf
- Clavijo, A. (2002). *Fundamentos de Química Analítica*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. ISBN: 958-701-143-0
- Colombiana de Salud (2012). *Guía de fluorosis dental*. Recuperado de: <http://www.colombianadesalud.org.co/ODONTOLOGIA/FORMATOS/GUIA%20DE%20FLUOROSIS%20DENTAL%20colo.pdf>
- Contreras, J., De la Cruz, D., Castillo I & Arteaga. (2014). Dentífricos fluorados: Composición. *Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 17(2):114-119. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre-2014/vre142g.pdf>
- Díaz, A (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. Universidad Autónoma de México. Recuperado de: http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf
- 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.
- Díaz, M. y Jiménez, J. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70. Recuperado de: http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14624/3_Diaz_Jimenez_Liso_2012.pdf?sequence=6
- Domínguez, Y (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(3), 1-11. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662007000300020&script=sci_arttext

- Ennis, R (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/80a7/c7d4a98987590751df4b1bd9adf747fd7aaa.pdf>
- Ennis, R (1996). Critical thinking dispositions: their nature and accessibility. Recuperado de: https://informallogic.ca/index.php/informal_logic/article/view/2378/1820
- Gallego, R, Pérez, R., y Franco, R. (2014). Transformación de las concepciones de la formación inicial de profesores de química. Bogotá, D.C: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego, R, Pérez, R., Franco, R. (2015). Lecturas en didáctica de la química. Bogotá, D.C. Universidad Pedagógica Nacional.
- García, M., Reboloso, R. y Solís, M. (2014) Indicadores educativos de la UANL. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <http://www.uanl.mx/sites/default/files2/cat.pdf>
- González, M., Kaplan, J., Reyes, G. y Reyes, M. (2010) La secuencia didáctica, herramienta pedagógica del modelo educativo ENFACE. Universidades, 46, 27-33. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37318636004.pdf>
- Guzmán, B., Nava, G. y Días, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008-2012. Revista Biomédica, 35, 177-90. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35nspe/v35nspea18.pdf>
- Harris, D (2003). Análisis químico cuantitativo. España: Editorial Reverte S.A
- Hescot, P (S.f). La prevención de las caries:el flúor. Recuperado de: <http://usuarios.advance.com.ar/asociacionsaludbucal/FLUOR.HTM>
- I like my Teeth (S.f). Datos sobre la fluorosis: Guía para padres y cuidadores. Recuperado de: <https://ilikemyteeth.org/wp-content/uploads/2014/12/FluorosisFactsForFamilies-Spanish.pdf>
- Larsson, K. (2017). Understanding and teaching critical thinking — A new approach. International Journal of Educational Research, 84, 32–42. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035516312575>
- Martínez, L. y Villamizar, D. (2014) Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: Construcciones entre la escuela y la universidad. Universidad Pedagógica Nacional. Fondo Editorial, Bogotá: Colombia.
- Martínez, L., Villamil, Y. y Peñal, D. (2007) Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de casos simulados. Ciência & Ensino, 1(número especial). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/268013577_6_RELACIONES_CIENCIA_TECNOLOGIA_SOCIEDAD_Y_AMBIENTE_A_PARTIR_DE_CASOS_SIMULADOS_UNA_EXPERIENCIA_EN_LA_ENSEANZA_DE_LA_QUIMICA
- Ministerio de Salud (2000) Resolución 412 del 2000. Recuperado de: <https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R0412000.pdf>

- Miller, C. y Miller, N. (1993). Estadística para Química Analítica. Addison-Wesley Iberoamerican S.A.
- Ministerio de Salud (2012) Estudio Nacional de Salud Bucal. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf>
- Ministerio de Salud. (1996). Decreto 547. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70719>
- Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD) (2016) Documento técnico perspectiva del uso del flúor vs caries y fluorosis dental en Colombia. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/perspectiva-uso-fluor.pdf>
- Murillo, F. y Martínez, C. (2010). Investigación Etnográfica. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Naciones Unidas (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS), (2002). Flúor en el agua de consumo. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193%3A2013-fluor-agua-consumo&catid=4716%3Ageneral&Itemid=39798&lang=es
- 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_lowsres.pdf
- Secretaría de Salud Departamental del Huila (2008) Guía de fluorosis dental: Normas técnicas de la fluorosis dental. Recuperado de: http://huila.gov.co/documentos/G/guia_fluorosis_dental_huila.pdf
- Sibina, M. y Chávez, R. (2013) Concentración de fluoruros contenidos en dentífricos según el lugar de expendio en la ciudad de Quito (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía de Perú. Iquitos, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2472/Concentraci%C3%B3n%20de%20fluoruros%20contenidos%20en%20los%20dentr%C3%ADficos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2005). Fundamentos de Química analítica. España: Editorial Reverte S.A
- 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>
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia, técnica y sociedad (C/T/S). Enseñanza de las Ciencias, 10(2), 181-186. Recuperado de: <https://www.uv.es/vilches/documentos%20enlazados/Articulo-cts.pdf>

- Solbes, J y Vilches, A (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21986/21820>
- Todoesquimica (2008). La caries. Recuperado: <https://todoesquimica.blogia.com/2008/040601-la-caries.php>
- 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%C3%ADficas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vasilachis, I (2006) Estrategias de Investigación Cualitativa. Editorial Gedisa. Biblioteca de Educación, Barcelona: España.
- Vásquez, A (2016). Education of scientific, technological and critical thinking competences by teaching nature of science and technology themes. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/project/Educacion-de-las-competencias-cientifica-tecnologica-y-pensamiento-critico-mediante-la-ensenanza-de-temas-de-naturaleza-de-ciencia-y-tecnologia>
- Vásquez, M. y Tobón, D. (2002) Potenciometría con electrodos de referencia económicos “tipo-jeringa. *Revista Educación Química*, 13(1), 37-39. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2755440>
- Wilches, M., Ruiz, L & Hernández, M. (2007). Bioingeniería VI: Fundamentos de Instrumentación para química clínica y las radiaciones ionizantes

4. Contenidos

Éste trabajo de grado tiene como objetivo principal evaluar la incidencia de una secuencia didáctica que aborda como componente conceptual una controversia sociocientífica asociada a la fluorosis y a la potenciometría de ion selectivo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, en un grupo de PDQFI de un programa de Licenciatura en Química de una institución de educación superior de Bogotá, Colombia. Se presentan los antecedentes y referentes conceptuales, los cuales se enfocaron al componente teórico sobre la secuencia didáctica, controversias sociocientíficas, formación inicial de profesores de química, pensamiento crítico y sus habilidades, fluorosis, dentífricos, electrodos y potenciometría y los tipos de electrodos que hacen parte de la estructura y desarrollo de las actividades propuestas en la estrategia de enseñanza. Se describe la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la investigación, la cual presentó siete etapas: En la primera se menciona el estado del arte, en la segunda la calibración del método potenciométrico, en la tercera el diseño de la secuencia didáctica, la cuarta la validación de instrumentos, la quinta la implementación de la secuencia didáctica, en la cuarta la correspondiente caracterización de los profesores de química en formación inicial y por último el análisis de resultados. Luego, se describe el análisis de resultados, se presentan las conclusiones, bibliografía y los anexos correspondientes.

5. Metodología

Este trabajo de grado se implementó con profesores de química en formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional que cursaban el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II, donde se propone un enfoque de investigación de tipo mixto donde hubo un tratamiento de datos cuya fuente fueron los diferentes instrumentos (Test Inicial, Test de Laboratorio, Test Final), la grabación y transcripción de un juego de roles, y los resultados cuantitativos de la calibración del método potenciométrico. El proyecto presenta siete etapas: En la primera se menciona el estado del arte, en la segunda la calibración del método potenciométrico, en la tercera el diseño de la secuencia didáctica, la cuarta la validación de instrumentos, la quinta la implementación de la secuencia didáctica, en la sexta la correspondiente caracterización de los profesores de química en formación inicial y por último el análisis de resultados.

6. Conclusiones

Se caracterizaron las habilidades de pensamiento crítico que presentaban los PDQFI antes de la implementación de la secuencia didáctica las cuales fueron la habilidad uno con un 25% y en menor porcentaje la habilidad dos y tres con 15,78% y 5,26% respectivamente. Los conceptos sobre la potencimetría que los PDQFI tenían previo a la implementación de la secuencia didáctica permitieron identificar el componente conceptual a desarrollar en las posteriores intervenciones y orientando las actividades complementarias que desarrollarían y fortalecerían dichas habilidades.

Con respecto a la calibración del método potenciométrico para la determinación de flúor en dentífricos, luego de realizar el procedimiento descrito y de hacer el tratamiento de datos para determinar el error aleatorio se puede afirmar que el método tuvo una buena linealidad ya que presenta un buen coeficiente de relación entre los datos, $r^2 = 0,9921$, $Sy/x = 0,0917$, $Sb = 0,0336$, y $Sa = 0,1381$, lo que indica que la desviación entre la relación de los datos de Y sobre X, la desviación de la pendiente y la desviación del punto de origen de la gráfica calculadas lo demuestran, respectivamente.

A partir de las actividades didácticas se logró aportar en cuestión conceptual y metodológica al pensamiento crítico en la potencimetría fundamentada desde la controversia de la fluorosis, por consiguiente, se fomentó en la mayoría de los PDQFI habilidades de pensamiento crítico especialmente la habilidad dos con un 84,21% seguido de las habilidades 1 y 3 con un 47,37% que evidencian una interrelacionaron de 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 No

Responde (NR) y Explicaciones Fuera de contexto (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.

Asimismo destacar que la secuencia didáctica es una herramienta apropiada para el desarrollo de pensamiento crítico dado que se aborda a nivel teórico y práctico, donde la parte experimental juega un papel fundamental al permitir al estudiante ser el que lleve a cabo su proceso, donde debe relacionar referentes teóricos y por lo tanto que se fomenten las tres habilidades de forma autónoma. Sin embargo se debe contar con la asesoría de los docentes, los cuales también deben permitir el desarrollo de estas habilidades de acuerdo al conocimiento pedagógico de contenido nombrado por CYTPENCRI que reúne y aplica las habilidades de pensamiento crítico de los maestros a sus propias creencias y prácticas de enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, en la cual se describe el programa de Licenciatura en Química.

Elaborado por:	Ordoñez Carlosama, Leydi Yurani; Riveros Toro, Carlos Mario
Revisado por:	Blanco Martínez, Diego Alexander; Rodríguez Hernández, Blanca Florinda.

Fecha de elaboración del Resumen:	3	12	2018
--	---	----	------

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	18
1. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	20
2. ANTECEDENTES	21
3. JUSTIFICACIÓN	25
4. OBJETIVO GENERAL	26
4.1. Objetivos específicos	26
5. MARCO TEÓRICO	27
5.1. SECUENCIAS DIDÁCTICAS	27
5.2. CONTROVERSIAS SOCIO-CIENTÍFICAS (CSC)	27
5.3. CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE (CTSA)	28
5.4. FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE QUÍMICA	29
5.5. PENSAMIENTO CRÍTICO	30
5.6. EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN TÉRMINOS DE LAS HABILIDADES	31
5.7. FLUOROSIS	33
5.7.1. Acción del ion fluoruro	34
5.7.2. Tipos de fluorosis	35
5.8. DENTÍFRICOS	36
5.9. ELECTRODOS Y POTENCIOMETRÍA	37
5.10. POTENCIOMETRÍA DIRECTA	37
5.11. TIPOS DE ELECTRODOS	37
5.11.1. Electrodo de hidrógeno	37
5.11.2. Electrodo de referencia	38
5.11.3. Electrodo indicadores	39
5.11.4. Primera clase	39
5.11.5. Segunda clase	40
5.11.6. Electrodo metálicos inertes para sistemas redox	40
6. METODOLOGÍA	42

6.1. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	43
6.1.1. Fase 1. Estado del arte.	44
6.1.2. Fase 2. Calibración del método potenciométrico.	44
6.1.3. Fase 3. Diseño de la secuencia didáctica.	44
6.1.4. Fase 4. Validación de instrumentos.	44
6.1.5. Fase 5. Implementación de la secuencia didáctica.	45
6.1.6. Fase 6. Caracterización de los profesores de química en formación inicial.	46
6.1.7. Fase 7. Análisis de Resultados.	46
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
7.1. CALIBRACIÓN DEL MÉTODO POTENCIOMÉTRICO	49
7.2. DESARROLLO Y ANÁLISIS	53
7.2.1 Test Inicial	54
7.3. CONSOLIDADO SECUENCIA DIDÁCTICA	56
7.3.1. Juego de roles	58
7.3.2 Laboratorio	64
7.3.3 Test final	65
8. CONCLUSIONES	69
9. BIBLIOGRAFÍA	71
10. ANEXOS	76
10.1. ANEXO 1. Instrumento test inicial.	76
10.2. ANEXO 2. Instrumento Juego de roles.	78
10.3. ANEXO 3. Instrumento para la sesión de laboratorio.	80
10.4. ANEXO 4. Práctica de Laboratorio.	81
10.5. ANEXO 5. Instrumento Test Final.	85
10.6. ANEXO 6. Validación de instrumentos.	87
10.7. ANEXO 7. Evaluación de la secuencia didáctica.	90
10.8. ANEXO 8. Transcripción del juego de roles.	93
10.9. ANEXO 9. Registro Fotográfico de la Implementación.	104

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Habilidades para desarrollar el pensamiento crítico. Tomado y adaptado de: Torres y Solbes (2012).....	31
Cuadro 2. Cantidad de flúor a nivel nutricional. Tomado de Colombiana de Salud (2012).	34
Cuadro 3. Cronograma de la implementación de la secuencia didáctica.	45
Cuadro 4. Rúbrica de evaluación.	47
Cuadro 5. Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado de Solbes y Vilches (2004).	48
Cuadro 6. Resultados para la curva de calibración.....	49
Cuadro 7. Tratamiento de datos.....	50
Cuadro 8. Valores tratados de los residuales.....	51
Cuadro 9. Desviaciones calculadas.	52
Cuadro 10. Límites de confianza para b y a.....	52
Cuadro 11. Variables para cada criterio en la pregunta N°1 del test inicial.....	53
Cuadro 12. Matriz de habilidades para el Test Inicial.....	55
Cuadro 13. Secuencia didáctica en términos del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico.....	56
Cuadro 14. Matriz de habilidades para el Test de Laboratorio.....	64
Cuadro 15. Matriz de habilidades para el Test Final.	65

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de los cuatro tipos fluorosis dental que se generan. Tomada de: Colombiana de Salud (2012).	36
Figura 2. Electrodo Plata/Cloruro de Plata. Tomado de Harris (2003).	38
Figura 3. Electrodo de calomelanos saturado. Tomado de Harris (2003).	39
Figura 4. Electrodo de vidrio para pH. Tomado de Harris (2003).	41
Figura 5. Palabras más comunes utilizada por la profesional de la salud.	58
Figura 6. Palabras más comunes utilizada por la paciente que sufre de fluorosis.	60
Figura 7. Palabras más comunes utilizada por los profesores de química en formación inicial.	61

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Curva de Calibración para Flúor.....	51
Gráfica 2. Recopilación de los criterios de evaluación de los instrumentos de la secuencia didáctica.....	54
Gráfica 3. Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico durante la implementación de la secuencia didáctica.....	67

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. Como inmediata consecuencia, los ríos y sus diferentes afluentes transportan cargas contaminantes procedentes de los diferentes procesos domésticos e industriales que involucran al recurso hídrico.

Como lo plantean Guzmán, Nava y Díaz (2015), la vulnerabilidad en Colombia por consumo de agua contaminada está direccionada principalmente a la población infantil, y un foco importante es la calidad de higiene bucal. Así, la Organización Mundial de la Salud en el año 2003, declaró que más de 210 millones de personas en el mundo consumen agua fluorada, y además recomienda que los niveles óptimos de ión fluoruro en agua el rango entre 0,7-1,2 mg/L, dependiendo de la temperatura ambiente de la región geográfica.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD) en el documento de la perspectiva del flúor en el 2016, en Colombia, no se cuenta con adición de flúor en el agua de consumo humano, pero si se han establecido las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano, mediante la Resolución 2115 de 2007, lo cual obliga a regular los niveles de concentración de flúor, teniendo como valor máximo aceptable de fluoruros en agua 1 mg/L.

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 ion yoduro (50 – 100 ppm) e ion fluoruro (180 – 220 ppm). Así mismo, algunos alimentos presentan contenido de flúor como el arroz, plátano, naranja, papa, panela, entre otros.

Y, particularmente para efectos de este trabajo, entre los elementos utilizados para la higiene bucal se categorizan las cremas dentales y los enjuagues bucales con 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 flúor durante el desarrollo de los dientes; por consiguiente, es importante analizar las diferentes implicaciones del consumo del 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 los mencionados anteriormente. (Báez, Botaz, Nagata y Pelim, 2015).

En tal sentido, este trabajo de investigación 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, Colombia.

Este documento presenta en primer lugar, una justificación enmarcada en las exigencias de contextos a nivel nacional e institucional y describe la importancia de implementar una secuencia didáctica para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en PDQFI. Posterior a ello, se presenta la pregunta que orientó este trabajo de grado y los objetivos correspondientes. Más adelante se presentan los antecedentes y referentes conceptuales, los cuales se enfocaron al componente teórico sobre la secuencia didáctica, controversias sociocientíficas, formación inicial de profesores de química, pensamiento crítico y sus habilidades, fluorosis, dentífricos, electrodos y potenciometría y los tipos de electrodos que hacen parte de la estructura y desarrollo de las actividades propuestas en la estrategia de enseñanza.

En el siguiente capítulo se describe la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la investigación, la cual presentó siete etapas: En la primera se menciona el estado del arte, en la segunda la calibración del método potenciométrico, en la tercera el diseño de la secuencia didáctica, la cuarta la validación de instrumentos, la quinta la implementación de la secuencia didáctica, en la sexta la correspondiente caracterización de los profesores de química en formación inicial y por último el análisis de resultados. Luego, se describe el análisis de resultados, se presentan las conclusiones, bibliografía y los anexos correspondientes.

1. FORMULACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los espacios académicos de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional se han enfocado en que los contextos que se estructuran a nivel pedagógico y disciplinar permitan que los profesores en formación inicial desarrollen habilidades a partir de las cuales puedan tomar posturas críticas respecto a las problemáticas y realidades en que puedan estar inmersos.

Por otro lado las secuencias didácticas materializan el conocimiento con diferentes actividades desarrolladas en el aula y son una herramienta esencial a la hora de abordar diferentes actividades de temáticas específicas que se deseen trabajar. En sincronía con las intenciones de este trabajo de grado, la secuencia didáctica surge como la herramienta pedagógica idónea que relaciona las áreas temáticas de la potenciometría, específicamente, el electrodo de ion selectivo y la determinación de ion fluoruro en dentífricos a través de la CSC de la fluorosis, mediante la cual se identificará el desarrollo de habilidades científicas en PDQFI.

Desde esta perspectiva, la pregunta que orientó esta investigación es: ¿De qué manera la implementación de una secuencia didáctica enfocada en el estudio de la fluorosis como cuestión sociocientífica, contribuye al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, en un grupo de PDQFI de un programa de Licenciatura en Química de una institución de educación superior de Bogotá, Colombia?

2. ANTECEDENTES

Posterior a una revisión documental enfocada al pensamiento crítico y su relación con las controversias socio-científicas surge el trabajo realizado por Torres (2014) titulado: “Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: Un estudio en escenarios de formación docente” desarrolló un estudio sobre la influencia de las CSC en el desarrollo de las competencias de pensamiento crítico en un grupo de estudiantes de formación como docentes de ciencias naturales y educación ambiental. Se centra en identificar las concepciones que tienen los estudiantes y profesores de ciencias sobre el pensamiento crítico y su relación - promoción desde la enseñanza, también, identifica la incidencia de las CSC en las competencias del pensamiento crítico. La autora define el pensamiento crítico como un conjunto de competencias que tienen las personas para estructurar una manera de pensar propia que les permite distinguir la veracidad de los argumentos y tomar posiciones frente a las situaciones sociales para tener un papel activo en las mismas. Además las CSC, favorecen el desarrollo del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias pues favorece ver la ciencia como actividad social, aprender a cuestionar la información, comprender la multidimensionalidad de las ciencias, elaborar juicios éticos y establecer conclusiones argumentadas.

Por otro lado, la intervención se realizó con cincuenta y seis estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental llevando a cabo un pretest y tres secuencias didácticas basadas en la caracterización del pensamiento crítico, el tratamiento del café y el uso del glifosato. Los cuestionarios fueron sistematizados desde una metodología mixta y una comparación entre el pretest y un nuevo postest. Dichos resultados arrojan que los profesores señalan que falta una articulación de las asignaturas disciplinares con el pensamiento crítico, indican que en las clases de ciencias prevalece la transmisión de contenidos y la acumulación de conceptos y fórmulas. Luego, en el análisis del postest se aprecian mejoras significativas en cada una de las competencias críticas visualizando las diferentes categorías emergentes, afianzando la conveniencia de implementar estrategias didácticas centradas en CSC en los programas de formación docente para promover procesos de pensamiento crítico. Este proyecto brinda un aporte esencial para éste trabajo de investigación debido a que desde las categorías definidas desde las competencias de pensamiento crítico se evaluará la secuencia didáctica a implementar en términos de habilidades.

Larsson (2017) en su artículo “Understanding and teaching critical thinking—A new approach” menciona que desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes es un objetivo educativo importante en las sociedades de todo el mundo. A pesar de esto, la comunidad investigadora ha tenido serios problemas para manejar esta meta tan preciada. En referencia a estos problemas, se han discutido varios temas, uno es el tema de la teoría, donde el desarrollo teórico ha sido señalado

como insuficiente, especialmente la teoría sobre la experiencia de aprendizaje relacionada con el desarrollo del pensamiento crítico. Este artículo introduce el uso del enfoque teórico fenomenográfico en el campo del pensamiento crítico. Tomando un estudio empírico como un ejemplo ilustrativo, el artículo muestra cómo la teoría fenomenográfica, de una manera prometedora, podría ser utilizada para comprender expresiones concretas del pensamiento crítico y diseñar la estrategia de enseñanza para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes. A partir de este referente teórico se fundamentan aspectos fundamentales para el desarrollo de pensamiento crítico mediado por estrategias de enseñanza.

En relación con las secuencias didácticas basada en CSC para desarrollar habilidades de pensamiento crítico se retoma a Martínez y Villamizar (2014) en su libro que se titula “Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: construcciones entre la escuela y la universidad” que hacen un compilado de cuatro secuencias didácticas centradas en CSC que envuelven considerables implicaciones científicas, tecnológicas, políticas y ambientales susceptibles de ser trabajadas en el aula con el propósito de incentivar la participación activa de los estudiantes en discusiones que enriquezcan el pensamiento crítico, el poder argumentativo, el fortalecimiento de habilidades para resolver problemas y la toma de decisiones. Dichas secuencias surgen de un Seminario-Taller: Unidades didácticas sobre cuestiones sociocientíficas propuesto con la intención de constituir un espacio de formación de profesores que articulará tanto a aquellos que realizan su licenciatura como a profesores en ejercicio, para efectos de analizar aspectos teóricos y metodológicos de la discusión de cuestiones sociocientíficas (CSC) en clases de ciencias. Las CSC tratadas se llevaron a cabo en tres colegios de Bogotá y uno en Cajicá, las temáticas fueron: El uso del agua de los vallados para riego de hortalizas en el municipio de Cajicá, la producción y el manejo de carnes para el consumo en hamburguesas, alimentos transgénicos como tema controversial y la experimentación con animales y su validez en relación con el avance de la ciencia.

De ésta producción se destaca la inclusión de la perspectiva CTSA en la enseñanza de las ciencias, fortalecida a través del diseño y aplicación de secuencias didácticas centradas en CSC, constituyendo una alternativa que permite dejar de lado la visión cientificista de la ciencia, en donde los conocimientos científicos son vistos como verdades inmutables e inmunes al cuestionamiento, rescatando sus implicaciones sociales, políticas, culturales, éticas y ambientales, las cuales forman aspectos importantes que permiten entender el conocimiento científico como un proceso histórico y como una actividad humana, impregnada de diferentes puntos de vista, ideologías e intereses. Estos autores permitieron definir una temática controversial desde la cual se estructura la secuencia didáctica a trabajar.

Anagün y Özden (2010) en su trabajo ““Teacher candidates” perceptions regarding socio-scientific issues and their competencies in using socio-scientific issues in science and technology instruction” investigaron los puntos de vista de los candidatos a profesores de ciencias y aulas con respecto a cuestiones socio-científicas y sus habilidades en el uso de cuestiones socio-científicas en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. El enfoque de investigación cualitativa se adoptó en el estudio y la técnica de muestreo de criterio se utilizó para determinar los participantes. Los datos del presente estudio se recopilaron mediante un cuestionario que incluía cinco preguntas abiertas. Los datos de la investigación se recopilaron en la Escuela de Verano en los años académicos 2009-2010 y se analizaron a través de análisis descriptivos. Se descubrió que los candidatos a docentes conceptualizan el fenómeno de la cuestión socio-científica de diferentes maneras. Cuando las definiciones son generalmente examinadas, se ve que las características de las cuestiones socio-científicas son eventos actuales, que tienen una base científica y un efecto en la vida individual y social. Los candidatos a docentes afirman que son incompetentes al hacer uso de cuestiones socio-científicas en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. El aporte de éste trabajo a la investigación se centra principalmente en la asociación de las CSC con la enseñanza de la ciencia, de la recolección y tratamiento de datos cualitativos y la importancia de involucrar el contexto y la ciencia para fortalecer la apropiación del conocimiento.

Por otro lado, en relación con el método potenciométrico para la determinación de fluoruros se presenta a Sibina y Chávez (2013), que presenta en su tesis titulada “Concentración de fluoruros contenidos en dentífricos según el lugar de expendio en la ciudad de Quito, 2013” presentan un estudio donde se analizan veinte tubos de dentífricos de cuatro marcas comerciales dos que contienen fluoruro de sodio y dos que contienen monofluorofosfato de sodio. La técnica usada para la cuantificación del flúor fue la de potenciometría de ion selectivo con su correspondiente electrodo de referencia (orión mod. 90-01 de junta simple) e indicador (marca orión mod. 940900 de estado sólido), usando como solución stock NaF y preparando patrones de 10, 100 y 200 ppm y para la muestra de dentífrico se realizó un proceso de homogeneización y dilución en agua desionizada. Esta investigación aporta al desarrollo del trabajo en lo atinente a la recolección de muestras y el procedimiento para la determinación del ion fluoruro en diferentes dentífricos, además, importante que se presenta la preparación del patrón de flúor (NaF) requerido para calibrar los electrodos.

Bakker, Bhakthavatsalam y Gemene (2007), en su artículo titulado “Beyond potentiometry: Robust electrochemical ion sensor concepts in view of remote chemical sensing” plantean que durante aproximadamente 100 años, la potenciometría con electrodos selectivos de iones ha sido una de las técnicas electroanalíticas dominantes y ha logrado grandes avances en términos de química y materiales selectivos en los últimos años, sin embargo, la forma básica en que se utilizan las membranas selectivas de iones no ha cambiado

fundamentalmente. El tiempo de uso del electrodo dependerá directamente del uso y el cuidado del electrodo de referencia, que requiere mantenimiento y para el cual se ha propuesto muy pocas alternativas aceptadas.

El ensuciamiento o la obstrucción de las superficies expuestas del electrodo provocarán cambios en el potencial observado. Al mismo tiempo, la ecuación de Nernst predice cambios de potencial bastante pequeños, del orden de milivoltios para cambios de concentración del orden de un factor dos, realizando recalibraciones frecuentes, control preciso de la temperatura y requisitos clave de mantenimiento de electrodos de las mediciones analíticas de rutina. Si bien los materiales selectivos relativamente avanzados desarrollados para sensores selectivos de iones serían muy atractivos para aplicaciones de detección remota de baja potencia, se deberían considerar soluciones más allá de la potenciometría clásica para hacer que esta tecnología sea prácticamente factible. Éste trabajo permite realizar la fundamentación conceptual de la técnica potenciométrica de ion selectivo, siendo un aspecto importante para el desarrollo de la secuencia didáctica y la determinación del ion fluoruro en los dentífricos.

3. JUSTIFICACIÓN

El flúor presenta efectos benéficos y perjudiciales para la salud humana, de acuerdo a su ingesta por parte de las personas, la cual produce consecuencias en el organismo específicamente en la salud dental provocando una afección denominada fluorosis (OMS, 2002). Asimismo, el ion fluoruro es considerado indispensable para la salud dental específicamente en el esmalte, puesto que le confiere la máxima resistencia frente a la caries (Aguilar, 2001). Una exposición continua de este, por un periodo prolongado de tiempo durante la formación del esmalte produce la fluorosis, que es una hipomineralización del esmalte en los dientes. Por otro lado, las cantidades que se presentan en los productos dentales deben estar dentro de parámetros permisibles, en el cual no se exceda, pero tampoco exista una cantidad por debajo de mínimo permitido puesto que no habría un poder de acción en la salud dental.

La importancia de dar a conocer diferentes opiniones y dilemas sociales que se acrecientan y que están relacionadas con la ciencia, son las CSC; las cuales sirven como punto de partida para una alternativa de aprendizaje (Díaz & Jiménez, 2011). Puesto que no solo promueven el conocimiento de los contenidos que se abordan y de la ciencia en general; si no que a partir de estos temas científicos emergentes dan lugar a debates sociales, políticos y económicos que afectan la ciudadanía permitiendo el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Con el pensamiento crítico los estudiantes ponen en práctica conceptos, relaciones de la ciencia con la vida, toma de decisiones, enfrentarse a problemáticas, así como analizar, diseñar y argumentar frente a esas problemáticas que se proponen (Torres, 2014).

Este pensamiento crítico se desarrolla a partir de habilidades críticas las cuales propician que los estudiantes emitan juicios de valor como respuesta de los diferentes cuestionamientos a los cuales se enfrentan y cómo logran apropiarse de los abordajes con el fin de realizar intervenciones sociales. Por consiguiente, se considera que el desarrollo del pensamiento crítico permitirá abordar temáticas actuales de controversia, lo cual estará mediada por una secuencia didáctica con el fin de generar procesos centrados en el aprendizaje enfocado en situaciones reales, reconocimiento de la existencia de diversas problemáticas y metodologías que fortalecen las habilidades de pensamiento crítico (Díaz, 2013). De acuerdo a los aspectos antes mencionados, se dio lugar a la propuesta que busca el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico mediante el diseño e implementación de una secuencia didáctica centrada en la CSC de la fluorosis.

4. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la incidencia de una secuencia didáctica que aborda como componente conceptual una controversia sociocientífica asociada a la fluorosis y a la potenciometría de ion selectivo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, en un grupo de PDQFI de un programa de Licenciatura en Química de una institución de educación superior de Bogotá, Colombia.

4.1. Objetivos específicos

- Calibrar un método analítico potenciométrico de ion selectivo de ion fluoruro, para definir el como componente conceptual y metodológico de la secuencia didáctica.
- Estructurar e implementar una secuencia didáctica centrada en la CSC la fluorosis y la potenciometría de ion selectivo.
- Caracterizar las habilidades en pensamiento crítico al abordar situaciones relacionadas con el caso de fluorosis y la potenciometría de ion selectivo.
- Analizar la incidencia de la secuencia en términos del desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico caracterizadas antes, durante y después de la implementación de la secuencia didáctica.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. SECUENCIAS DIDÁCTICAS

Las secuencias didácticas son, en esencia, la materialización y transposición del conocimiento en relación con diferentes actividades desarrolladas en el aula. O mejor, como lo mencionan Gonzáles, Kaplan, Reyes y Reyes (2010) las secuencias didácticas representan una herramienta pedagógica que relacionan habilidades de módulo, de asignatura, elementos de competencia, fases por elemento, así como contenido, estrategias de información y tiempo de dedicación, tomando en cuenta tanto las actividades supervisadas como las independientes, así como la forma de evaluar los valores y actitudes que se pretenden desarrollar en los estudiantes.

Así mismo, es una propuesta metodológica que permite la programación sistematizada de contenidos conceptuales y procedimentales dividiendo actividades articuladas en ciclos de enseñanza y aprendizaje con una finalidad predeterminada, se destaca porque puede ser usada en cualquier temática, disciplina y enfoque. Como lo plantea, Araya (2014) las características principales de una secuencia didáctica son:

1. Pequeño ciclo de enseñanza y aprendizaje orientado a una finalidad y articulado en forma de secuencia temporal.
2. Los objetivos son concretos, limitados y compartidos con el alumnado.
3. Los procedimientos se centran en la reflexión sobre el uso y la aplicabilidad de los contenidos.
4. Incorpora las cuatro habilidades lingüísticas (hablar, escuchar, leer y escribir).
5. Las actividades se planifican desde una perspectiva bilateral: la función del emisor y la de los receptores.
6. Integra los distintos tipos de evaluación: inicial, formativa y sumativa. La evaluación formativa cobra una relevancia especial.
7. Prevé el uso de parrillas o pautas de observación y valoración en el proceso y los resultados.
8. Tiene una duración de 6 a 10 horas de clase.

En esta medida la secuencia didáctica está basada en las controversias sociocientíficas como parte esencial del proceso.

5.2. CONTROVERSIAS SOCIO-CIENTÍFICAS (CSC)

En el ámbito en que se desarrolla un profesor en formación inicial de ciencias experimentales, es necesario comprender que uno de los componentes más importantes a desarrollar en el oficio es la construcción dialéctica del conocimiento, esto incluye comprender la estructura, los componentes y las

consecuencias de la ciencia que se va a enseñar, particularmente en el área de Química.

En medio de destacar la profesión docente como un componente sustancial y en relación con esta ciencia, es primordial distinguir que la Química entre el entorno en el que se desarrolla, debe obedecer a un proyecto que vincule los componentes culturales, sociales, políticos y económicos (Gallego, Pérez & Franco, 2015) esto, con el objetivo de analizar que la Química implica desarrollar un conocimiento con un objeto de enseñanza, representando y analizando un ámbito pedagógico que permita extender el interés por la relación de la disciplina con el contexto en el que se trabaja, puesto que la deficiencia de pertenencia proviene de la carencia de educabilidad de la ciencia.

Entonces, con el fin de generar una relación directa entre ciencia, ambiente y contexto con la población, surgen las controversias sociocientíficas entendidas como nociones científicas que involucran los ámbitos complejos como lo son el cultural, político, social y ambiental con el fin de desarrollar la investigación didáctica y la divulgación científica. O como lo plantean en su artículo Díaz y Jiménez (2012), es una premisa científica o tecnológica por la cual se genera estrés y desacuerdo entre los diversos actores sociales que se encuentran inmersos en el proceso, fruto de una discusión o debate. Por ejemplo, en ese mismo artículo se hace una revisión documental de algunas controversias sociocientíficas en revistas especializadas dentro de las cuales se destacan las siguientes: SIDA, Contaminación del Agua, Clonación, Cambio Climático, Nanotecnología, entre otras. Este campo estará mediado por el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que se denota como sigue.

5.3. CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE (CTSA)

Cómo se mencionó en el apartado anterior, es imprescindible que la intervención en el aula por parte de un profesor de química no presente una química descontextualizada y simplemente por cumplir los requerimientos temáticos que se establecen en el currículo, por el contrario, debe lograr vincular los contenidos disciplinares con el contexto de los estudiantes, así podría generar una motivación extra y hacer que el aprendizaje sea interactivo, y sobre todo, que posea una aplicabilidad acercando al estudiante a la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con el fin de dar a entender que la ciencia es una actividad humana (Solbes y Vilches, 1992).

Por otro lado, en relación con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que se han definido en las diferentes cumbres ambientales, específicamente desde la Cumbre de Río en 1992 o Agenda 21, se direcciona a otorgar una importancia a la preservación y acción por el medio ambiente; entonces, al enfoque de CTS se incorpora el ambiente dando como resultado la iniciativa CTSA. Martínez, Villamil y Peñal (2007) lo definen así:

“El enfoque CTSA es en primer lugar un campo de estudio e investigación que permite que el estudiante comprenda la relación entre la ciencia con la tecnología y su contexto socio-ambiental; en segundo lugar, es una propuesta educativa innovadora de carácter general con la finalidad de dar formación en conocimientos y especialmente en valores que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales”

En lo tocante con este proyecto, las CSC son el mediador entre el enfoque CTSA y las habilidades del pensamiento crítico desembocando en el aumento del interés las problemáticas que se configuran como una CSC e incentivar a los profesores de química en formación inicial por diferentes contenidos químicos, además, aporta herramientas a la metodología del profesor y, lo más importante, aumentando la conexión con la realidad de los contenidos impartidos, aumentando su utilidad e importancia. De acuerdo a lo descrito anteriormente se implementará dicha secuencia didáctica con profesores en formación inicial de química en particular.

5.4. FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE QUÍMICA

En lo que respecta a la formación inicial de profesores en ciencias, es necesario precisar que un profesor debe tener en cuenta qué clase de química va a enseñar en el aula, es decir, si seguirá llevando una química que resolvió la mayoría de problemáticas en el siglo XIX, una química descontextualizada, o realmente implementará una química de frontera donde se vea involucrado el contexto (Gallego, Pérez & Franco, 2014).

Hay que otorgarle importancia a la historia y epistemología de la química, pues las teorías se fundamentan en una serie de errores y aciertos en el transcurso de los experimentos basados en la necesidad de entender el mundo, que como lo plantean Gallego, Pérez y Franco (2014) esa necesidad fue económica y que fue necesario manejar los materiales dispuestos, como el bronce y el hierro, para recibir a cambio un beneficio, actividad que tiene origen de los artesanos y no de los alquimistas.

Y, por último, pero no menos importante, se adjudica la didáctica de la química que se basa en la educación, la educabilidad y lo educativo de la química que se evidencia en una transposición didáctica del currículo a los estudiantes, o mejor, en una ciencia escolar que pretende reconstruir y construir habilidades en los estudiantes. Como se explica en el siguiente párrafo propuesto como una misión del profesor en formación inicial por Gallego, Pérez y Franco (2014):

"Ha de ser una construcción y reconstrucción que ha de estar acompañada por competencias cognitivas como las de leer, escribir y hablar desde los lenguajes de cada una de las asignaturas químicas, de la historia y de la epistemología, de

los propios y de los diferentes campos de investigación de la didáctica de las ciencias”.

Es por esto, que el profesor de Química, al ver las implicaciones que tiene como tal la disciplina que aborda en sus clases, debería desarrollar un pensamiento crítico que tenga como objetivo transformar su forma de llevar los conocimientos al aula, de tal manera que el resultado sea estimular un cambio en la forma de pensar y actuar de sus estudiantes, para el aprendizaje de las ciencias. Por tanto, en estos PDQFI se evaluará el desarrollo de pensamiento crítico mediante la secuencia antes mencionada.

5.5. PENSAMIENTO CRÍTICO

Los diferentes planteamientos que dan una definición frente al pensamiento crítico son tomados de Torres (2014), los cuales permiten identificar ciertas características en común y es necesario resaltar que los que se plantean están en el marco de las habilidades de pensamiento crítico. Además, según Ennis (1985), algunas de estas particularidades se basan en argumentar, plantear, responder a diversos desafíos teniendo en cuenta manejar un conjunto de elementos que permiten responder a esos retos a los cuales se ve enfrentado; tales como: observar, deducir, identificar, decisión e interacción. Por ello el pensamiento crítico es reflexivo y razonable que conlleva a usar esas características para con esto tomar una decisión frente a qué creer o hacer. Asimismo define que este pensamiento incluye tanto resolución de problemas como la toma de decisiones que se ven reflejados en la posición y acción frente a las problemáticas (Ennis, 1996).

En concordancia con esta postura Halpern (2006) (Como se citó en Torres, 2014) el objeto principal del pensamiento crítico es la toma de decisiones y solución de problemas pero que estas dependen de la habilidad para analizar argumentos e hipótesis que conllevan a generar estos resultados.

Sin embargo, Yager (1993) (Como se citó en Torres, 2014): Relaciona el pensamiento crítico con la *“capacidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas”*

Para lo cual Facione (2000) (Como se citó en Torres, 2014) complementa en que el emitir juicios conlleva a usar información relevante producto de proceso investigativo que lleva a cabo la persona para así confrontar situaciones complejas.

De acuerdo a dichas posturas el pensamiento crítico se enfoca desde la visión de la pedagogía crítica donde se entiende la educación como una forma de práctica cultural, política y social. A partir de ello los estudiantes leen y escriben dentro y en

contra de los códigos culturales existentes, donde el principal interés está en la constitución de sujetos libres, con capacidad de pensar por sí mismos. Esto permite que los estudiantes puedan realizar críticas y mantener posturas frente a diversas situaciones, reconocer y generar acciones frente a dichas problemáticas (Torres, 2014). Aunque cabe resaltar el proyecto CYTPENCRI, organizado por la Universidad de las Islas Baleares financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, en cabeza de María Antonia Manassero basado el pensamiento crítico con una propuesta didáctica que reconoce en la Naturaleza de la ciencia y la tecnología, para el aprendizaje de las ciencias. Donde su carácter transversal facilita el aprendizaje de conceptos, teorías, procesos, valores y características epistémicas de la ciencia que busca al desarrollar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes y la comprensión de los contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología (Vásquez, 2016).

5.6. EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN TÉRMINOS DE LAS HABILIDADES

El pensamiento crítico desde referentes teóricos de Torres (2014), tiene un carácter propio de complejidad puesto que requiere de un conjunto de habilidades ligadas unas a otras. Este desde la visión de las CSC es determinado como un grupo de capacidades a partir de las cuales una persona realiza una estructuración propia, que le permitirá argumentar, tomar posturas frente a situaciones que se le presenten y tener un papel activo frente a las diversas decisiones (Solbes y Torres, 2012).

De acuerdo a los postulados mencionados anteriormente las CSC se desarrollan en el marco de habilidades críticas que permiten según Torres (2014):

“Ser evidentes como resultado de cuestionamientos, confrontaciones de puntos de vista, búsqueda de procesos de indagación frente a problemas, ideologías e información que dan apertura a espacios dialógicos y críticos como una forma de manifestación e intervención social”

Tomado lo anteriormente dicho Torres y Solbes (2012), propusieron una serie de competencias que son necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico teniendo en cuenta las CSC como eje central.

Cuadro 1. Habilidades para desarrollar el pensamiento crítico. Tomado y adaptado de: Torres y Solbes (2012).

H	Una persona con pensamiento crítico que aborde CSC sería capaz de	Dificultad que impiden el pensamiento crítico
-	Comprender la ciencia como actividad	Asumir la ciencia como un

	humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente. Asumir la existencia de problemáticas socio-científicas, es decir, controversias sociales que tienen su base en nociones científicas.	conocimiento de élite, lejano de ellos y descontextualizado. No ser conscientes de los problemas a los que se enfrenta hoy la Humanidad, ni del papel de la ciencia y la tecnología en los mismos.
H1	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.	Tener disposición para cuestionar las opiniones y creencias personales basadas en discursos legitimadores (o en la ideología dominante). Desconocimiento de los intereses subyacentes.
-	Estudiar el problema socio-científico de manera integral, en su complejidad, de manera que se involucren dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, sociales económicas, ambientales, etc.	Discurso unidimensional y descontextualizado de la ciencia. Dificultad para cuestionar y valorar los efectos e implicaciones de los desarrollos científicos y tecnológicos en la sociedad.
H2	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.	Visión neutral de la ciencia. No poner en cuestionamiento las razones morales, políticas o personales ni permitir pensar estas frente a las CSC.
H3	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.	Pasividad, comodidad, actitud conformista frente a los discursos dominantes.

Para este trabajo de grado se caracterizarán tres habilidades, que se presentan en el Cuadro 1., además se encuentran categorizadas como H1, H2, y H3, puesto que se ajustan a las competencias básicas investigativas y procedimentales que el programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional expone dentro del plan curricular. Además, uno de los objetivos de la formación de profesores de química es lograr que la educación en ciencias sea útil para la

sociedad y para el individuo en la medida que se den espacios de reflexión para el desarrollo integral de la personalidad y colme sus intereses y expectativas. Por tanto, se utilizaron criterios de clasificación por preguntas de acuerdo al nivel de explicación que se evidencia en el discurso de los participantes, éstos se describen en la metodología para la fase de análisis de resultados.

Para orientar estas habilidades del pensamiento crítico se definió como controversia científica el caso de la fluorosis que se tratara en el siguiente apartado.

5.7. FLUOROSIS

Según la resolución 412 del 2000 expedida por el Ministerio de Salud donde se establecen las actividades, procedimientos e intervenciones de demanda inducida y obligatorio cumplimiento y se adoptan las normas técnicas y guías de atención para el desarrollo de las acciones de protección específica, detección temprana y la atención de enfermedades de interés en salud pública, se adjudica la atención preventiva en salud bucal, es decir, que se hace necesario emprender programas y proyectos cuyo objetivo apunten a definir estrategias de promoción, prevención y tratamiento contra la fluorosis. Esta enfermedad es una hipomineralización del esmalte producida como respuesta a la ingesta prolongada de fluoruro durante la formación del esmalte con una relación directa entre dosis respuesta. Se considera crítica la ingesta entre el nacimiento y los seis años de edad, con un mayor riesgo desde el punto de vista estético, durante los dos años de vida, periodo en el cual se forman los dientes anteriores (Baez, Botaz, Nagata y Pelim, 2015).

En un estudio de la Secretaría de Salud Departamental del Huila (2008), se presenta la historia junto a un panorama del flúor en Colombia, donde se destacan las siguientes líneas:

“Los fluoruros han jugado un papel importante en la disminución de la prevalencia e incidencia de caries dental a nivel mundial en los últimos cincuenta años... en Colombia desde 1945 se inició utilizando el flúor de forma tópica; pero su utilización a través de vehículos de consumo masivo (en primer lugar, el agua) se hizo en 1953 en la Ciudad de Girardot (Cundinamarca). Posteriormente se continuó utilizando la fluorización del agua en otras ciudades importantes del país (Cali, Bogotá; Medellín y Manizales). En 1969 el Gobierno Colombiano definió como estrategia inicial la fluorización de agua tendiente a modificar los índices de morbilidad Oral, especialmente la caries... en 1989 se normatiza en el país el uso de la sal fluorada y yodada para el consumo humano, con el apoyo técnico-científico de la OMS, la OPS, la academia colombiana de salud oral, agremiaciones científicas y la asociación de facultades de odontología del país. Durante este proceso se determinó eliminar la estrategia de fluoración del agua a nivel nacional...”

De tal manera que, la carga de ión fluoruro que puede incidir en la población infantil ha tenido gran relevancia, y, según el Estudio Nacional de Salud Bucal (2012) el 25,7% de los niños entre 6 y 7 años poseen ésta patología, específicamente y por regiones, Bogotá la prevalencia es de 22.9%, en la región central en las que están situadas las ciudades de Medellín y Manizales es del 25.3% y en la región Atlántica que incluye a Cartagena es de 19.9%.

La ingesta de ión fluoruro en la población infantil está dada, por administración alimenticia especialmente sal, agua y productos dentífricos; este último debido a que los niños en la etapa de edades antes mencionadas tragan estos productos, lo que produce el aumento de flúor por ingesta. Este proceso en el organismo, llega a depositarse en los huesos y en los dientes debido al porcentaje de absorción que realiza de acuerdo al medio de ingesta que pasa por absorción en la sangre y a su vez es distribuido en los diferentes tejidos especialmente los que presentan gran contenido de calcio.

Por ello se tienen diversos niveles de ingesta en el organismo, que se muestran en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Cantidad de flúor a nivel nutricional. Tomado de Colombiana de Salud (2012).

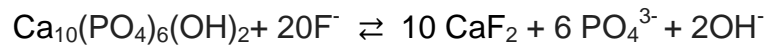
Edad	Ingesta adecuada (mg/día)	Ingesta máxima tolerable (mg/día)
0-6 meses	0,01	0,7
6-12 meses	0,5	0,9
4-8 años	1,1	2,2
9-13 años	2,2	10
14-18 años	3,2 (varón) 2,9 (mujer)	10

5.7.1. Acción del ion fluoruro

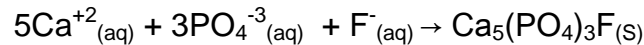
La acción del ion fluoruro en cremas dentales inicia con el principio de la caries dental en este proceso la materia inorgánica formada principalmente por calcio y fosfato en forma de hidroxiapatita, sufre un proceso de descalcificación por la acción de los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo bacteriano de los hidratos de carbono de la dieta (Todoesquímica, 2008).

Ésta acción se da en dos pasos generales que son:

- Incorporación al esmalte, transformando la hidroxiapatita en fluorapatita, que es más resistente a la descalcificación. Actualmente se acepta que la reacción química entre la hidroxiapatita y la fluorapatita presenta una reversibilidad en función de la concentración de flúor en el entorno del esmalte dental; de modo que la fluorapatita no sería una situación definitiva y estable.
- Inhibición de las reacciones de glucólisis de la placa dental, con lo que disminuye la formación de ácidos. La administración de flúor puede realizarse de forma sistémica o tópica. La administración sistémica puede, a su vez, hacerse de modo colectivo (fluoración del agua potable, suplementación de la sal con flúor, etc.) o individual. La aplicación tópica también puede realizarse mediante concentrados, colutorios y pastas dentífricas. En el esmalte dental se producen reacciones adicionales que dan lugar a la formación de fluoruro cálcico:



Los iones F⁻ de ciertas pastas dentífricas sustituyen en parte a los iones OH⁻ produciendo un compuesto muy resistente a los ácidos. La reacción correspondiente sería la siguiente:



Es por esto que los diferentes productos dentífricos contienen sales de flúor, este tiene una función protectora contra la caries pero la causa de la patología está asociada a la ingesta de productos tópicos pues en la forma en que viene el flúor en estos productos se absorbe en más alta cantidad que otras fuentes que contienen flúor; por ello en la etapa de desarrollo y crecimiento de los dientes por se debe regular el modo de uso en niños en etapas de 4 a 8 años. Sin embargo depende de las cantidades no tóxicas que también aportan contenido de flúor el cual debe ser de 0,05mg/Kg (Hescot, S.f)

5.7.2. Tipos de fluorosis

De acuerdo a lo expuesto por la Secretaría de Salud Departamental del Huila (2008), el exceso de flúor puede ocasionar enfermedades en los huesos, como fluorosis ósea y osteoporosis, y específicamente en los dientes existen tres tipos de fluorosis que se caracterizan a continuación y en la Figura 1.

- **Fluorosis leve:** hay estrías o líneas a través de la superficie del diente. Se caracteriza normalmente por la aparición de pequeñas manchas blancas en el esmalte.

- **Fluorosis moderada:** los dientes son altamente resistentes a la caries dental, pero tienen manchas blancas opacas.
- **Fluorosis severa:** el esmalte es quebradizo y pueden ser muy visibles manchas marrones en los dientes, presenta bastante destrucción en el esmalte del diente.



Figura 1. Representación gráfica de los cuatro tipos fluorosis dental que se generan. Tomada de: Colombiana de Salud (2012).

El diagnóstico de una persona que ha adquirido esta patología es: *“Paciente que presenta hipomineralización del esmalte dental con aumento de la porosidad, todo estado en evaluación clínica que permita observar signos propios de la Fluorosis dental, como bilateralidad de las manchas con bordes difusos. Confirmando por exámenes de laboratorio que nos indiquen grandes cantidades de flúor plasmático y excreción en orina”*. Ahora bien, hay que tener de presente que los dentífricos aportan una cantidad importante de flúor a la población, cómo se evaluará en el siguiente apartado.

5.8. DENTÍFRICOS

Son productos dentales que se han usado generalmente como estética dental, eliminación de olores y fortalecimiento de los dientes. De acuerdo a Contreras, De la Cruz, Castillo y Arteaga (2014) estos deben contener unas ciertas características tales como:

- Cuando se utiliza adecuadamente con un cepillo de dientes eficaz y una frecuencia adecuada, debe eliminar los detritos alimenticios, placa dentobacteriana y manchas.
- Debe dejar en la boca una sensación de frescura y limpieza.
- Ser inocuo y agradable para el uso.
- Ser estable en las condiciones de almacenamiento y uso, y no producir irritación en la encía o cualquier otra parte de la cavidad bucal.
- Poseer el grado de abrasividad idóneo para proceder a la eliminación de la placa dentobacteriana con el mínimo daño

Los tipos de dentífricos son: Sólidos (polvos y chicles) Semisólidos (Pastas y geles) Líquidos (Enjuagues bucales).

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, por otro lado, los enjuagues bucales dentro de sus principales principios activos cuentan con flúor, generalmente en concentraciones por encima de 200 ppm, por último, las cremas dentales para niños no presentan concentraciones elevadas de flúor en los diferentes dentífricos como lo plantea el MINSALUD (2016). En esta controversia se vincula las técnicas potenciométricas y específicamente la de ion selectivo.

5.9. ELECTRODOS Y POTENCIOMETRÍA

La potenciometría es definida como la medición de fuerzas electromotrices que ocurre en las celdas para con ello obtener información química de interés. Esta información viene dada por mediciones de potencial de las celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables.

En los siguientes apartados conceptuales se tomaron de planteamientos realizados por Harris (1991), Skoog, West, Holler, & Crouch (2005), Wilches, Ruiz & Hernández (2007).

Los electrodos son instrumentos que responden de manera selectiva a diferentes analitos que se pretendan determinar. El uso de los electrodos permite medir voltajes e indicar información química que es el principio de la potenciometría.

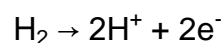
5.10. POTENCIOMETRÍA DIRECTA

La potenciometría directa consiste en la determinación de la actividad de concentración de una especie en forma directa, rápida y simple mediante la medida del potencial eléctrico. Esta técnica requiere la comparación del potencial producido por el electrodo indicador en la disolución con el potencial que se obtiene cuando se sumerge el mismo electrodo en una disolución de concentración conocida.

5.11. TIPOS DE ELECTRODOS

5.11.1. Electrodo de hidrógeno

Es el electrodo esencial al cual se referencian los potenciales de todos los demás. Es preparado al hacer burbujear gas hidrógeno puro alrededor de un hilo u hoja de metal y es caracterizado por la reacción:



5.11.2. Electrodo de referencia

Son electrodos donde el potencial es conocido, constante y es independiente de la concentración de analito o ion que está presente en la solución de interés. Asimismo, debe tener facilidad para realizar el montaje y mantener el potencial de forma constante frente al paso de pequeñas corrientes.

- **Electrodo Plata-Cloruro de plata**

Son aquellos que tienen potencial estándar de reducción del par AgCl donde Ag es +0,222 V a 25°C, que sería el potencial de un electrodo Plata-Cloruro de plata (ver Figura 2.), si la actividad del cloruro fuera uno. En una disolución saturada de KCl no es uno, por lo tanto, el potencial va a ser +0,197 V respecto al electrodo de hidrógeno estándar. La reacción que hace referencia a esto es:

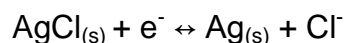
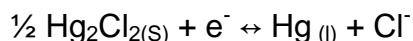


Figura 2. Electrodo Plata/Cloruro de Plata. Tomado de Harris (2003).

- **Electrodo Calomelanos**

Son representados mediante la siguiente reacción:



El potencial para la reacción anterior es +0,268 V. Si se satura la célula en KCl a 25 °C la actividad del Cl⁻ el potencial es de +0,241 V y suele llamarse electrodo de calomelanos saturado. Para ello se presenta Figura 3:



Figura 3. Electrodo de calomelanos saturado. Tomado de Harris (2003).

5.11.3. Electrodo indicadores

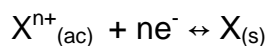
Un electrodo indicador responde de manera rápida y reproducible a los cambios de actividad de un ion analito (grupo de iones) presentes en la disolución. Aunque no existe un electrodo indicador que sea absolutamente específico en su respuesta, en la actualidad existen algunos que son selectivos como los que poseen en su estructura el metal que también está presente en la solución, los de óxido-reducción y una sal poco soluble que entra en equilibrio con el anión de la sal.

- **Electrodos indicadores metálicos**

Generan un potencial eléctrico en respuesta a una reacción redox que tiene lugar en una superficie metálica. La mayoría de electrodos indicadores metálicos corrientes se construyen con platino que es un metal relativamente inerte. Se basa en transportar electrones desde o hacia una especie presente en la disolución.

5.11.4. Primera clase

Son utilizados para determinar la actividad del catión derivado del metal del electrodo. Está dado por una reacción, en la cual se tomará como ejemplo un equilibrio entre un metal X y su catión X^{n+} esta se presenta a continuación:

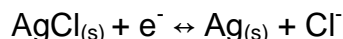


Para el potencial de este electrodo se determina a partir de la siguiente

$$E_{ind} = E^0_x - \frac{0.0592}{n} \log \frac{1}{a_x} = E^0_x + \frac{0.0592}{n} \log a_x$$

5.11.5. Segunda clase

Los metales no solo sirven de electrodos indicadores de sus propios cationes, sino que también responden a la concentración de aniones que forman complejos estables con esos cationes. Por ejemplo, el electrodo de plata se correlaciona de forma reproducible con la concentración del ion cloruro en una disolución saturada de cloruro de plata. La reacción respectiva para este mecanismo es:



Donde el potencial es 0,222 V

5.11.6. Electrodo metálicos inertes para sistemas redox

Un metal inerte como el platino, oro, paladio o carbón, responde al potencial del sistema redox con los que se pone en contacto. Un electrodo de platino es, pues un electrodo indicador cómodo para valoraciones en las que intervienen disoluciones estándar de cerio (IV).

- **Electrodos de membrana**

Son también llamados electrodos de p-ion, debido a que los datos que suministran de ordinario se presentan como pH, pCa o pNO₃ son fundamentalmente diferentes de los electrodos metálicos tanto en diseño como en forma.

- **Electrodo de vidrio de medida de pH**

Es más común el electrodo de ion selectivo, la parte más sensible del electrodo es un bulbo de vidrio fino (ver Figura 4.). Aunque el electrodo de vidrio es el electrodo más conocido, para determinar el pH existen otros electrodos sensibles también al pH que suelen usarse cuando el electrodo de vidrio no funciona. Este se muestra a continuación y es acoplado a un electrodo de referencias Ag/AgCl.

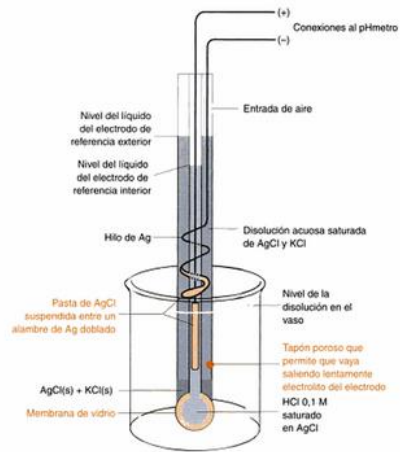


Figura 4. Electrodo de vidrio para pH. Tomado de Harris (2003).

6. METODOLOGÍA

Este trabajo de grado se enlista dentro del Grupo de Investigación Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, y en la línea de investigación Incorporación de la Educación Ambiental al currículo de Ciencias. Para efectos del desarrollo de este trabajo, se adoptará una metodología de investigación de tipo mixta, que por supuesto, incluye la metodología cualitativa y cuantitativa.

Como referente teórico para la metodología cualitativa se toma a Vasilachis (2006), que plantea que el enfoque cualitativo se entiende como un estudio que toma como principales ámbitos a los sujetos participantes, el contexto en el que se desarrolla, los instrumentos, los materiales, los procesos y las relaciones interpuestas para describir las cualidades de un determinado fenómeno para la resolución de un problema en específico tratando los resultados de manera que se descubran cuantas cualidades sean posibles. Como investigadores con enfoque cualitativo, comúnmente se participa como observador del ambiente, tratando y analizando los medios que mantienen el entorno en el que se desarrolla la situación o problema teniendo en cuenta que allí no se encontrarán lenguajes ni procesos monolíticos.

Por otro lado, para el componente cuantitativo se toma a Domínguez (2007), que menciona que la investigación cuantitativa se dedica a recolectar, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas. Esto ya lo hace darle una connotación que va más allá de un mero listado de datos organizados como resultado; pues estos datos que se muestran en el informe final, están en total consonancia con las variables que se declararon desde el principio y los resultados obtenidos van a brindar una realidad específica a la que estos están sujetos. Entonces se debe tener en cuenta que la investigación cuantitativa además de recolectar los datos obtenidos de una muestra, busca hacer una relación o asociación entre las variables que se cuantifican para así lograr hacer una mejor interpretación de los datos obtenidos.

Según Cabrero y Richart (2008) dentro de la investigación cuantitativa se destacan:

- Los diseños experimentales, donde se aplican experimentos puros, entendiendo por tales los que reúnen tres requisitos fundamentales: la manipulación de una o más variables independientes; medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente y la validación interna de la situación experimental.
- La encuesta social, que es la investigación cuantitativa de mayor uso en el ámbito de las ciencias sociales y consiste en aplicar una serie de técnicas

específicas con el objeto de recolectar, procesar y analizar características que se dan en personas de un grupo determinado.

- Los estudios cuantitativos con datos secundarios, los cuales, a diferencia de los dos anteriores, abordan análisis con utilización de datos ya existentes.

En el desarrollo del trabajo de grado, al tratarse de un grupo de PDQFI, se encamina en una microetnografía que es entendido como el método más popular para analizar y enfatizar las cuestiones descriptivas e interpretativas de un ámbito sociocultural concreto, tiene una gran importancia en el nivel educativo abordando las complejas relaciones que se producen en ellos (Murillo y Martínez, 2010). Así, se adoptó la metodología cualitativa que se complementa con la cuantitativa encaminadas al desarrollo y análisis de los diferentes instrumentos que componen la secuencia didáctica permitiendo evidenciar el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico a partir del análisis de discurso que construyeron los profesores de química en formación inicial partiendo de la fluorosis como CSC y de la potenciometría como componente conceptual.

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 Sistema Fisicoquímicos II y sus 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 y se clasificó de acuerdo al criterio de evaluación (ver Cuadro 5.) 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; enfocado en organizar, analizar y encontrar perspectivas en datos no estructurados o cualitativos, como: entrevistas, respuestas de encuestas con preguntas abiertas, artículos, contenido de las redes sociales y la web

6.1. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del proyecto se plantearon 7 fases: Estado del arte, calibración del método potenciométrico, diseño de la secuencia didáctica, validación de instrumentos, implementación de la secuencia didáctica, caracterización de los profesores de química en formación inicial y análisis de resultados. Las cuales apuntan, respectivamente, a realizar un panorama del abordaje de la potenciometría y el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico que tienen los profesores en formación inicial antes, durante y después de la implementación de la secuencia didáctica, y, por último, evaluar la incidencia de la secuencia didáctica. Dichas fases se detallan a continuación:

6.1.1. 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. Además, éste estado del arte direccionó a la realización de la fundamentación teórica para la investigación.

6.1.2. Fase 2. 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 una práctica de laboratorio (ver Anexo 4.) 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).

6.1.3. Fase 3. 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.

Los instrumentos planteados se evidencian como anexos de la siguiente forma:

- Test inicial (Ver Anexo 1)
- Test de laboratorio (Ver Anexo 4)
- Test final (Ver Anexo 5)

6.1.4. Fase 4. 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 (Ver Anexo 6 y 7.).

6.1.5. Fase 5. Implementación de la secuencia didáctica.

En la implementación de la secuencia didáctica, se tuvo en cuenta el siguiente cronograma:

Cuadro 3. Cronograma de la implementación de la secuencia didáctica.

Actividades	Objetivo	Evaluación	Fecha y tiempo de duración
Test inicial	Identificar las habilidades sobre el pensamiento crítico que poseen los profesores de química en formación inicial que están cursando el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II.	Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado de Solbes y Vilches (2004) e identificación en la rúbrica de evaluación que relaciona las habilidades con los indicadores.	27 septiembre 2018 1 hora
Juego de roles sobre la fluorosis	Establecer relaciones económicas, sociales, políticas y culturales centradas en la fluorosis como controversia socio científica.	Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado de Solbes y Vilches (2004) e identificación en la rúbrica de evaluación que relaciona las habilidades con los indicadores.	1 octubre 2018 2 horas
Intervención didáctica	Fortalecer los conceptos relacionados con los electrodos y el método potenciométrico.	No Aplica	
Práctica de laboratorio para la	Determinar experimentalmente el contenido de	Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado	2 Horas

determinación de flúor en dentífricos	flúor en dentífricos por medio del método potenciométrico de ion selectivo.	de Solbes y Vilches (2004) e identificación en la rúbrica de evaluación que relaciona las habilidades con los indicadores.	
Test final	Identificar cuáles habilidades de pensamiento crítico desarrollaron los estudiantes luego de la aplicación de la secuencia didáctica	Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado de Solbes y Vilches (2004) e identificación en la rúbrica de evaluación que relaciona las habilidades con los indicadores.	1 Hora

6.1.6. Fase 6. Caracterización de los profesores de química en formación inicial.

Para la caracterización de los PDQFI que cursan el espacio académico de sistemas fisicoquímicos II 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 en la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. 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).

6.1.7. 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 dichas habilidades con el indicador propuesto, en el Cuadro 5. se presentan los indicadores de la habilidad de pensamiento crítico que fueron objeto de análisis:

Cuadro 4. Rúbrica de evaluación.

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 aprehensión 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.

Cuadro 5. Criterios de Clasificación por preguntas. Tomado de Solbes y Vilches (2004).

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>

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

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. CALIBRACIÓN DEL MÉTODO POTENCIOMÉTRICO

Para la determinación de ión fluoruro por un método potenciométrico, se realizó la práctica de laboratorio mencionada en el Anexo 4. En el Cuadro 6., se presenta el reporte de resultados y el respectivo tratamiento de datos:

Cuadro 6. Resultados para la curva de calibración.

Patrón ppm	mV
0,20	131,40
0,50	110,00
1,00	96,36
5,00	81,63
10,00	72,83
20,00	63,13
40,00	53,07
50,00	48,07
80,00	38,47
100,00	33,13

Nota: La pareja de datos correspondiente a 1,00; 96,36 se elimina por ajuste de bondad de la r^2 con el fin de mejorar la correlación de los datos, como se describe en el tratamiento de datos.

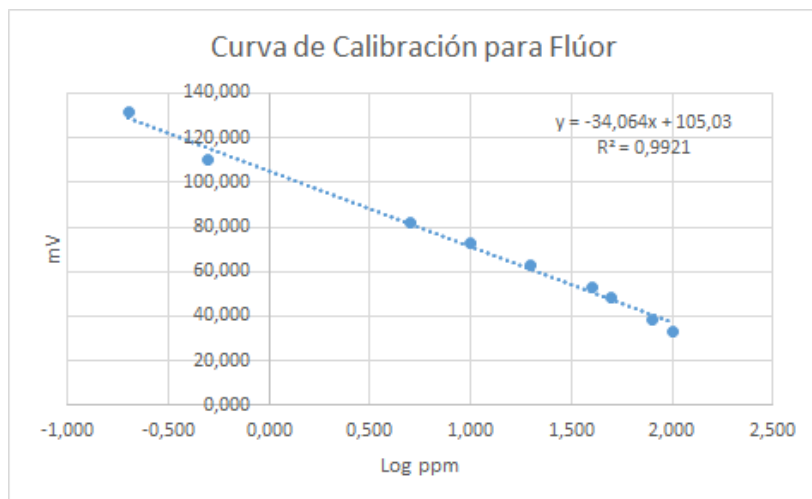
Partiendo de estos datos, se realiza el tratamiento de datos según Clavijo (2002) para la calibración del método, en primera instancia, para conocer la linealidad del procedimiento:

Cuadro 7. Tratamiento de datos.

Log Patrón ppm (X)	mV (Y)	(Xi-X) ²	(Yi-Y) ²	(Xi-X) * (Yi-Y)	Xi ²	Yi ²
-0,699	131,400	2,964	3746,347	105,378	0,489	17265,960
-0,301	110,000	1,752	1584,630	52,693	0,091	12100,000
0,699	81,633	0,105	130,891	3,703	0,489	6664,001
1,000	72,833	0,001	6,974	0,060	1,000	5304,694
1,301	63,133	0,077	49,833	1,965	1,693	3985,818
1,602	53,067	0,336	293,297	9,922	2,567	2816,071
1,699	48,067	0,457	489,557	14,964	2,886	2310,404
1,903	38,467	0,775	1006,534	27,932	3,622	1479,684
2,000	33,133	0,955	1373,389	36,219	4,000	1097,818
9,204	631,733	7,422	8681,451	252,836	16,835	53024,451

Nota: Las celdas que están en azul, son las sumas de cada columna.

Y realizando la gráfica, muestra que la ecuación de la recta es $Y = -34,064X + 105,03$ con un r^2 de 0,9921, cómo se evidencia a continuación:



Gráfica 1. Curva de Calibración para Flúor.

Los datos muestran una buena linealidad con respecto al valor de r^2 y, como el uso directo de una curva de calibración es estimar la concentración de una muestra por interpolación, se procedió a hallar los errores aleatorios en los valores de la pendiente y de la coordenada de origen, cómo se evidencia a continuación, primero se hallaron los residuales de Y en la gráfica:

Cuadro 8. Valores tratados de los residuales.

Residuos	Ajuste del valor de Y	(Y-Residuales) ²
0,061	131,461	0,004
-0,164	109,836	0,027
0,009	81,643	0,000
0,054	72,888	0,003
0,073	63,206	0,005
0,081	53,147	0,006
0,032	48,099	0,001
-0,044	38,423	0,002
-0,102	33,031	0,010
0,00	631,733	0,059

Nota: Las celdas que están en azul, son las sumas de cada columna.

Luego, se hallaron los errores anteriormente mencionados, donde $S_{y/x}$ es la desviación estándar de los valores de y/x , S_b es la desviación de la pendiente y S_a es la desviación en la coordenada de origen, como lo plantean Miller y Miller (1993), los valores tomados para dicho cálculo se encuentran en la Cuadro 6. y 7.

$$S_{\frac{y}{x}} = \left\{ \frac{\sum_i (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - 2} \right\}$$

$$S_b = \left\{ \frac{S_{\frac{y}{x}}}{\left(\sum_i (X_i - \hat{X})^2 \right)^{1/2}} \right\}$$

$$S_a = S_{\frac{y}{x}} \left\{ \frac{\sum_i X_i^2}{n \sum_i (X_i - \hat{X})^2} \right\}$$

Cuadro 9. Desviaciones calculadas.

Desviaciones	Valor
$S_{y/x}$	0,0917
S_b	0,0336
S_a	0,1381

El valor de la “t” para $(n-2) = 7$ al 95% de confiabilidad es 2,365, entonces los límites de confianza para b y a son:

Cuadro 10. Límites de confianza para b y a

Al 95% de Confiabilidad				
B	105,03	105,03	±	0,327
M	-34,064	-34,064	±	0,080
r²	0,9921	t al 95% n=7		2,365

Por consiguiente, se permitió definir el procedimiento para realizar el laboratorio de cuantificación de flúor en dentífricos con los PDQFI y conceptos que se relacionan con la potenciometría, tipos de electrodos, ajuste de fuerza iónica que se

orientaron en la intervención, como se refiere en el detalle de la secuencia didáctica.

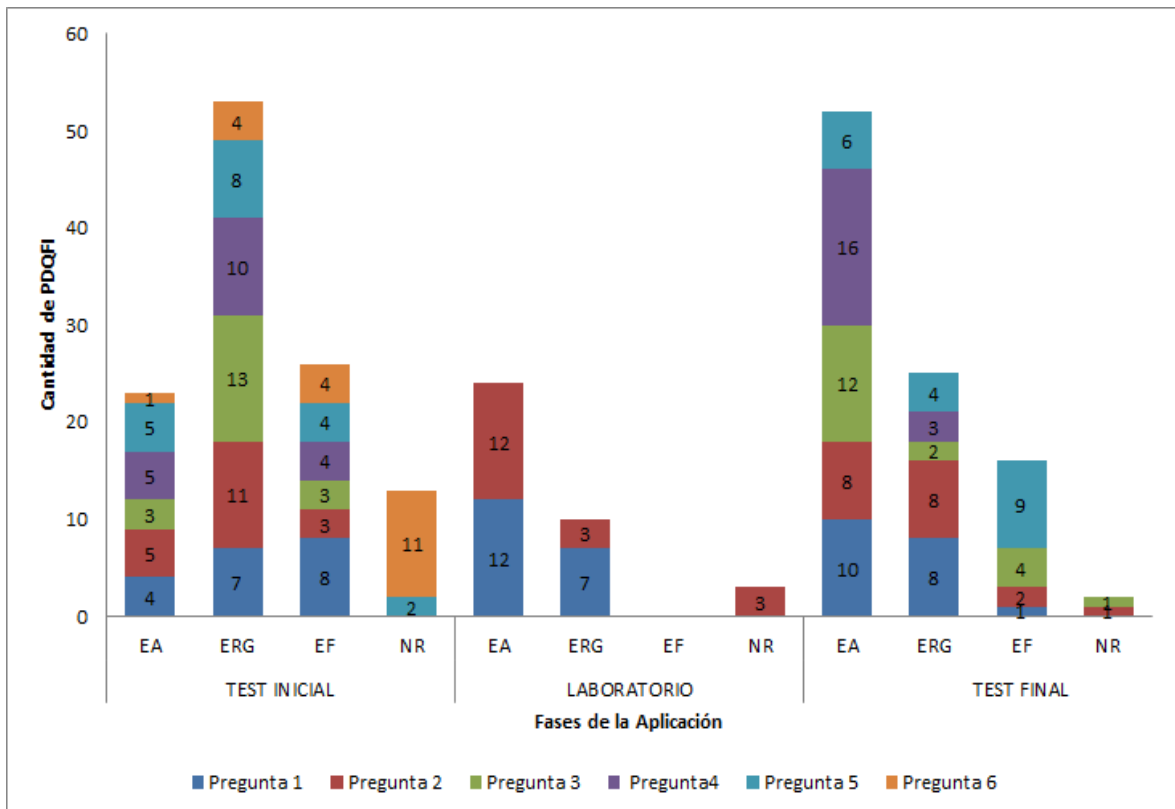
7.2. DESARROLLO Y ANÁLISIS

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 contestación teniendo en cuenta criterio y las variables definidas para cada uno de estos. Un ejemplo de esto se presenta en el Cuadro 11. para la pregunta N° 1 del test inicial, donde se definieron las variables para dicha pregunta y la clasificación de las respuestas de los estudiantes por criterio.

Cuadro 11. Variables para cada criterio en la pregunta N°1 del test inicial.

Criterio	1. ¿Está familiarizado con la fluorosis? ¿Conoce casos de fluorosis? Argumente				Número de PDQFI
	Variables que debe presentar				
EA	Está informado de la patología	Exceso del ion fluoruro	Relaciona procesos odontológicos	Relaciona diferentes contextos	4
ERG	Caries dental	Esmalte dental	Cepillado excesivo	Reconoce el ion fluoruro en el proceso	7
EF	Problemas en las encías		Desconoce de la problemática		8
NR	Ninguna				0
Total					19

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 2).



Gráfica 2. Recopilación de los criterios de evaluación de los instrumentos de la secuencia didáctica.

7.2.1 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

“....Reunir a la comunidad y hacer o identificar durante el transcurso del tiempo como ha sido el cambio de su ambiente y entorno con el uso de esa agua, la cual no es apta para el consumo porque no es potable, sin embargo se debe mirar cómo se puede bloquear o mitigar el efecto que tiene esa empresa sobre la comunidad.....” -P12.

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, como también se sustenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Matriz de habilidades para el Test Inicial.

		Test Inicial																					
H	P	Criterio	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P1 0	P1 1	P1 2	P1 3	P1 4	P1 5	P1 6	P1 7	P1 8	P19	Total	
H 1	1	EA									1								1	1	1	4	
		ERG	1						1			1		1		1	1	1				7	
		EF		1	1	1	1	1		1			1		1								8
		NR																					0
	2	EA	1									1	1								1	1	5
		ERG		1		1	1			1	1			1	1	1	1	1	1				11
		EF			1				1											1			3
		NR																					0
	4	EA			1									1				1		1		1	5
		ERG		1		1		1	1				1		1	1	1		1		1		10
		EF	1				1				1	1											4
		NR																					0
	5	EA				1								1			1		1			1	5
		ERG	1	1			1		1		1		1		1	1					1		8
		EF			1				1		1		1										4
		NR																1		1			2
H 2	3	EA							1								1					1	3
		ERG	1	1	1			1			1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		13
		EF				1	1				1												3
		NR																					0
H 3	6	EA																				1	1
		ERG		1											1			1	1				4
		EF				1				1			1	1									4
		NR	1		1		1	1			1	1				1	1				1	1	10

Sin embargo, en este test inicial se identificó que la menor cantidad de 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 su componente conceptual.

7.3. CONSOLIDADO SECUENCIA DIDÁCTICA

Como resultado de la fase de diseño de la secuencia didáctica se realizaron cuatro instrumentos que corresponden al test inicial, juego de roles, laboratorio y el test final que se encuentran en los anexos. Las preguntas que componen dichos instrumentos se categorizan dentro las habilidades descritas, así, en la el Cuadro 13. se presenta dicha clasificación:

Cuadro 13. Secuencia didáctica en términos del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico.

Habilidad de Pensamiento Crítico	Test ideas previas	Laboratorio para la Determinación de Flúor	Test Final
H1	1- ¿Está familiarizado con la fluorosis? ¿Conoce casos de fluorosis? Argumente. 2- ¿Alguna vez le han aplicado a usted o alguien conocido flúor en procedimientos odontológicos? ¿Lo considera bueno o malo? Justifique	1- ¿Recomendaría el uso del dentífrico que previamente usted escogió? Justifique teórica y experimentalmente	1- ¿Cuál es la incidencia del uso de dentífricos y la fluoración de la sal colombiana en la fluorosis? 3- De acuerdo a sus conocimientos en química que otra aplicación (problemática cotidiana) tendría la potenciometría

	<p>4- ¿Cómo vincularía la fluorosis con la técnica de la potenciometría?</p> <p>5- Describa cómo actúa el electrodo indicador sobre la disolución de interés para medir el potencial eléctrico de la misma.</p>		
H2	<p>3- Usted como maestro, ¿qué haría para educar a la población sobre el tema de la fluorosis de acuerdo a sus conocimientos en química?</p>	<p>2- ¿Cambiaría el dentífrico que usa a diario? En caso de que use uno comercial por uno natural o si usa uno natural por uno comercial. Justifique</p>	<p>5- ¿Considera que en todas las etapas del crecimiento y desarrollo del ser humano es mejor usar productos comerciales o naturales? ¿Cómo intervienen cantidades de flúor?</p>
H3	<p>6- Proponga una metodología para determinar fluoruros por medio de la potenciometría ¿Qué procesos seguiría para llevar a cabo este planteamiento?</p>	<p>Si la respuesta anterior fue afirmativa justifique ¿Qué influyó para tomar la decisión de cambiar el dentífrico? Si la respuesta anterior fue negativa justifique ¿Por qué continuar con el que usa?</p>	<p>2- En un laboratorio químico se pretende determinar cloruro en una muestra de agua por un método potenciométrico, una semana antes hubo una visita de un colegio público y un estudiante al manipular el ionómetro dañó el electrodo selectivo, sin embargo, se debe hacer la determinación pues de eso depende un proceso fisicoquímico para el tratamiento del agua. Proponga cómo podría</p>

			<p>reemplazar este electrodo para realizar la medición del potencial eléctrico.</p> <p>4- Si la población infantil es la más vulnerable y propensa a desarrollar la fluorosis, ¿qué estrategias propondría como profesor de química en formación inicial para minimizar esta patología? ¿Con quién implementaría y qué esperaría?</p>
--	--	--	---

7.3.1. Juego de roles

Inicialmente se analizó la transcripción del juego de roles (Ver Anexo 7) 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 juego de roles, 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 juego de roles. Los resultados obtenidos de dicho análisis mediante una nube de palabras generada por el programa se presenta a continuación:



Figura 5. 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. De acuerdo a dicho análisis, la fluorosis es causada por un exceso de flúor a temprana edad, y a su vez, el flúor en las personas adultas es obligatorio para prevenir las caries, es decir, el problema del uso de los dentífricos se reduce al hecho de escupir pues cuando lo hace, el niño ya no se tragará la crema dental o el enjuague bucal y no desencadenará en fluorosis o en sus múltiples consecuencias, además, menciona que el flúor es una sustancia tópica que en bajas cantidades el organismo lo va a desechar sin causar un daño en los huesos por competencia con el calcio, y por último, menciona que debe existir claridad por parte de las marcas de dentífricos en ser conscientes con el tipo de publicidad que realizan y que sea un tema de educación y de concientización de la sociedad, 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 aprenda a escupir” - I2

“...es muy importante para los niños menores de 4 años, pues lo que necesitamos es que los niños aprendan a escupir, pues si no lo hacen se comen la crema dental aportando al exceso de flúor y a la enfermedad, entonces, definitivamente es muy importante tener cremas dentales sin flúor”. -I2

“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...es un tema de educación y concientización” -I2

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



Figura 6. 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, la paciente desarrolló ésta patología cuando era niña porque acostumbraba a comerse la crema dental, lo que indica que estuvo expuesta a altas concentraciones de flúor, además, menciona que en las consultas médicas, los doctores tienen a confundir ésta enfermedad con la desmineralización de los dientes ocasionando una atención a destiempo y agravando el daño dental, por último, 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 algunos fragmentos:

“...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...” - I1

“...no me realizaron ningún tratamiento, pero me dieron recomendaciones como usar crema dental con baja concentración de flúor y que usara sal sin flúor...” - I1

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



Figura 7. 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. Comenzando por los políticos, refieren diferentes leyes o decretos que reglamentan la concentración máxima de flúor en dentífricos y las acciones realizadas para que las entidades prestadoras de salud (EPS) brinden atención a todos los usuarios con respecto al higiene bucal y al buen uso de dentífricos con el fin de generar conciencia y cambiar la cultura del conformismo en la sociedad, enfatizando en la educación crítica y en beneficio de los niños.

“...el decreto 598 de 1998 donde se plantean parámetros para que los dentífricos y enjuagues bucales, regulan el uso del flúor, por ejemplo, la crema dental, se plantea que la crema dental debe contener entre 1100 y 1500 ppm” - Po1

“...desde el 2009 con la Resolución 412 donde dice que la educación en salud e higiene hace parte de los regímenes contributivos y subsidiados, pero desafortunadamente en nuestro país, uno sólo va al odontólogo cuando le duele algo” - Po2

“...yo creo que esto es un problema cultural, los papás de cierta manera que tienen un rango de conocimiento, pregunta qué y qué no debo hacerle al niño, pero otros niños no se les ocurren los cuidados bucales del niño...” - Po2

A su vez, los profesores mantienen una postura crítica frente a que la problemática de la fluorosis que no sólo se limita al uso inadecuado de los dentífricos y refieren que diferentes productos de la canasta familiar, como la panela, presentan altos contenido de flúor, plantean que la reglamentación para concentraciones máximas

de flúor no es clara, las diferentes marcas las sobrepasan sin que exista un control específico sobre ellas, plantean que algunos alimentos y el agua contienen flúor entonces cómo articula esto para evitar las caries en adultos y se cuestionan sobre por qué un odontólogo al saber que se sufre de la fluorosis no remite a exámenes especializados para evitar futuras complicaciones, es importante destacar que en sus intervenciones siempre está presente la interrelación de diferentes factores que conllevan a la fluorosis.

“...muchos alimentos tienen cantidades de flúor importante, como es el caso de la panela, la panela tiene alrededor de 5000 ppm de flúor superando la normatividad, pues debe ser máximo de 250 ppm” - Pr1

“...hasta el agua potable tiene flúor, 1 ppm supuestamente dice la norma, entonces, si, los alimentos que consumimos tienen flúor y el agua que tomamos tiene flúor, que es una cosa con la que no estoy de acuerdo, entonces, ¿para qué necesitamos una crema con flúor?” - Pr2

“...entonces ¿por qué un odontólogo al entender que tenemos fluorosis no nos manda exámenes especializados para controlar las contraindicaciones?” - Pr3

Los ciudadanos por su parte, manifiestan un descontento por el tipo de publicidad que las marcas de dentífricos porque inducen a los niños al mal uso de los mismos y se escudan en la problemática cultural de la desinformación e ingenuidad que los conlleva a las diferentes implicaciones de la fluorosis, además, se muestran poco propositivos y en una zona de confort donde esperan que los políticos y otros entes les solucionen el problema sin involucrarse como lo demanda una CSC.

“...los empresarios nos venden como lo bonito a partir de la publicidad, pero no nos muestran las contraindicaciones, y como buenos ciudadanos no leemos lo que estamos consumiendo, entonces es una dificultad entre ambas partes, la publicidad nos muestra lo bonito, pero nosotros tampoco leemos las contraindicaciones más a fondo” - Ci1

“...y según la norma la cantidad de crema no puede ser menos que un grano de arroz y no más que un guisante, y ahí qué” - Ci2

De acuerdo a lo dicho por el grupo de los empresarios, la problemática es causada únicamente por el uso desmedido de los dentífricos por parte de los ciudadanos, para ellos basta con que las indicaciones estén presentes en las cajas y no son propositivos ni conscientes con la enfermedad y son ajenos a las personas que sufren esta patología y desconocen de las diferentes campañas de concientización para la población.

“Nosotros decimos que los productos están bien elaborados, lo que pasa es que la gente tiene un uso abusivo, en nuestras cajas están las indicaciones que la crema

no la deben usar niños pequeños y en qué cantidad la deben usar, por lo tanto, nosotros no estamos dañando la sociedad” - Em1

“Igualmente, no dice que la crema dental no se pueda consumir...” - Em2

“...por qué muy pocos casos se presentan de fluorosis...” - Em1

En cuanto a los estudiantes se refiere, en sincronía con los planteamientos de los profesores, identifican que no sólo los dentífricos son los causantes de la fluorosis en niños pues diferentes productos de la canasta familiar contienen cierto contenido de ión fluoruro, que las marcas deben garantizar que la cantidad de flúor en los dentífricos es la adecuada según las normas que lo regulan y que hay que educar a la sociedad para que entienda las implicaciones y consecuencias que tienen los elementos de higiene bucal.

“Es importante que lo dentífricos tienen flúor, pero hay que determinar que no sobrepase el límite permitido, además entender que como uno escupe, pues evacúa todo el flúor, sin embargo, el Enjuague bucal tiene un coeficiente de adhesión en los dientes es adecuado y cuál es el necesario según la norma técnica” - Es1

“Pero es que digamos que las marcas no presentan claridad frente a la cantidad de flúor que puede tener, por ejemplo, hay cremas que tienen colorcitos, y generalmente, la persona del común que no tiene una educación química no va a entender que esos colores pueden fomentar a la contaminación por flúor, entonces hay que educar desde que la sociedad entienda cada una de las implicaciones y compuestos que tiene la crema dental” - Es2

“...estamos muy sesgados a creer que solamente el flúor proviene de dentífricos y no es así, el flúor está presente en diferentes productos de la canasta familiar como las bebidas hidratantes, gaseosas, sal de cocina y lo dentífricos, pero no hay que sesgar solamente en los dentífricos pues puede ser ocasionado por otros objetos” - Es1

El juego de roles permitió manejar aspectos de la fluorosis donde se tomaron diferentes posiciones para su mejor comprensión y así tener bases que lograran dar explicación y abordar la temática desde el rol indicado. Por último, es importante resaltar que dentro de las habilidades que se evidenciaron en el desarrollo del juego de roles se destacó la de conocer posturas alternativas que le permitieron evaluar y determinar argumentos que a su vez les permitieran realizar juicios éticos para construir planteamientos y alternativas que conllevarán 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.

7.3.2 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 flúor presente en cada producto seleccionado. De acuerdo a ello se realizaron dos preguntas mediante las cuales trabajaron el informe de laboratorio, los resultados obtenidos en esta sesión (Ver Cuadro 14.)

Cuadro 14. Matriz de habilidades para el Test de Laboratorio.

Test Laboratorio																							
H	P	Criterio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	Total	
H1	1	EA	1	1	1				1		1	1	1	1			1	1		1	1	12	
		ERG				1	1	1		1						1	1			1			7
		EF																					0
		NR																					0
H2	2	EA	1	1	1				1		1	1	1	1			1	1		1	1	12	
		ERG						1								1	1			1			4
H3		EF																				0	
		NR				1	1			1													3

Se evidencia 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

“...el compromiso se hace extensivo a partir de capacitaciones y campañas publicitarias para dar a conocer a las personas los daños que ocasionan el flúor, cuando no se conocen las concentraciones de dichos compuestos en los productos, y el porqué es importante que en las etiquetas especifique el tipo de sustancias contenida así mismo las diferentes concentraciones...” P3, P7, P9, P12 y P16

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.

7.3.3 Test final

En lo que corresponde al test final (Ver Anexo 5), 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 2. 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 (ver Cuadro 15.), es decir, que generalmente hubo una intervención apropiada donde los estudiantes adquirieron y relacionaron los diferentes contenidos con su contexto.

Cuadro 15. Matriz de habilidades para el Test Final.

Test Final																							
H	P	Criterio	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	Total	
H1	1	EA		1		1				1		1	1	1	1	1			1		1	10	
		ERG			1		1	1	1		1							1	1		1		8
		EF	1																				1
		NR																					0
	3	EA	1	1			1						1	1			1	1				1	8
		ERG			1	1			1			1				1	1			1	1		8
		EF						1		1													2
		NR									1												1
H2	5	EA				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
		ERG	1	1	1																		3
		EF																					0
		NR																					0
3	2	EA		1		1			1								1	1				1	6
		ERG	1				1					1									1		4
		EF			1			1		1	1		1	1	1	1			1				9
		NR																					0
	4	EA	1			1				1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	12
		ERG		1			1																2
		EF			1			1	1							1							4
		NR														1							1

“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.

“Para medir el potencial eléctrico, lo reemplazaría con un alambre de plata recubierto con cloruro de plata. Esto debido que van actuar igualmente que un electrodo” - P10.

“determinación de cloro, fosfatos y elementos pesados en aguas potables, garantizando que el electrodo utilizado para dicho estudio cuente con electrodo de ion selectivo donde cada electrodo cuente con la sustancia patrón a estudiar” - P4.

“La población infantil es más más vulnerable, por lo que muchas empresas que dicen producir dentífrico sin o con bajas concentraciones de flúor en los productos, por lo tanto es mejor educar a los padres de los niños para que estos cambien los productos comerciales sintéticos, por productos naturales que le harían bien a la salud de los niños y a la prevención de ésta patología, para que en un futuro sean menos los casos de esta enfermedad” - P3.

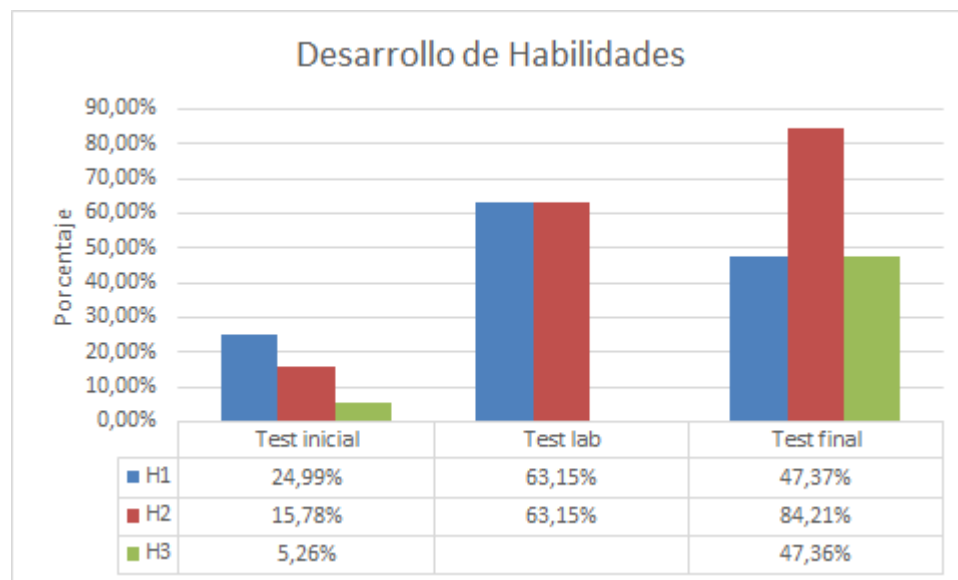
Así, los fragmentos inmediatamente anteriores muestran el desarrollo de las tres habilidades evaluadas en el trabajo de grado, se evidencian avances de pensamiento crítico frente al uso de los dentífricos, la relación entre la fluorosis y la potenciometría, la proposición de estrategias e intervenciones 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 pretende potencializar en la H2 y H3, puesto que fue la que presentó mayor dificultad para los estudiantes.

En general en la implementación de la secuencia didáctica se evidenció el desarrollo de las tres habilidades de pensamiento crítico, estas se reflejaron en el transcurso de las actividades mostrando un avance en cuanto a las características que definen cada habilidad. Inicialmente los estudiantes presentaban desinformación de las temáticas por lo cual no lograron evaluar e identificar la credibilidad de las fuentes, así como la argumentación. Durante la secuencia se solicitó indagar de las temáticas y se informó de forma parcial los contenidos conceptuales. Posterior a ello en la aplicación del juego de roles se pusieron en juego los argumentos que usaban los estudiantes y reconocer particularidades argumentativas con fuentes confiables, realización de juicios éticos y construcción de planteamientos.

Luego mediante la intervención se les presentó un panorama conceptual más amplio que orientó las siguientes actividades: el desarrollo de laboratorio, la presentación de resultados y una actividad final donde se observó que los

estudiantes se sustentaban de argumentos sólidos para dar respuesta a las diferentes situaciones planteadas que daban cuenta del uso de información veraz, para proponer acciones y formular alternativas que permitieran un elemento esencial del pensamiento crítico y en la toma de decisiones para resolución de problemáticas a las que se ven enfrentados.

Finalmente se realizó un consolidado del porcentaje de estudiantes que desarrollaron cada habilidad en las tres actividades implementadas (ver gráfica 3).



Gráfica 3. Desarrollo de habilidades de pensamiento crítico durante la implementación de la secuencia didáctica.

En dicha gráfica se evidencia la habilidad que más desarrollaron los estudiantes que fue la habilidad dos con un 84,21% al finalizar la implementación de la secuencia. Resaltando que en el test de laboratorio las tres habilidades se presentaron en un mismo porcentaje debido a que el trabajo se realizó de forma grupal lo cual incide en determinar el desarrollo de habilidades de cada uno de los estudiantes de forma individual que posteriormente se halló en el test final. Esta habilidad que mayor se presentó se basaba en 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. A lo cual Ennis (1985), respondería a un pensamiento crítico reflexivo basado analiza resultados, situaciones, del propio sujeto o de otro. Sin embargo se busca llegar a un pensamiento crítico razonable que responde a la habilidad tres donde el estudiante puede analizar situaciones, información, argumentos, busca la verdad en las cosas y llega a conclusiones razonables en base de criterios y evidencias.

Aunque también se identificó de la población que presentó el mayor avance que fueron los participantes P3 y P8, pasando de explicaciones fuera de contexto a explicaciones adecuadas y con rasgos generales. Por otro lado los estudiantes P16, P18 y P19; desde el test inicial presentaron niveles de EA y ERG; cabe resaltar que la estudiante P19 obtuvo durante la aplicación un nivel EA.

8. CONCLUSIONES

Se caracterizaron las habilidades de pensamiento crítico que presentaban los PDQFI antes de la implementación de la secuencia didáctica las cuales fueron la habilidad uno con un 25% y en menor porcentaje la habilidad dos y tres con 15,78% y 5,26% respectivamente. Los conceptos sobre la potenciometría que los PDQFI tenían previo a la implementación de la secuencia didáctica permitieron identificar el componente conceptual a desarrollar en las posteriores intervenciones y orientando las actividades complementarias que desarrollarían y fortalecerían dichas habilidades.

Con respecto a la calibración del método potenciométrico para la determinación de flúor en dentífricos, luego de realizar el procedimiento descrito y de hacer el tratamiento de datos para determinar el error aleatorio se puede afirmar que el método tuvo una buena linealidad ya que presenta un buen coeficiente de relación entre los datos, $r^2 = 0,9921$, $Sy/x = 0,0917$, $Sb = 0,0336$, y $Sa = 0,1381$, lo que indica que la desviación entre la relación de los datos de Y sobre X, la desviación de la pendiente y la desviación del punto de origen de la gráfica calculadas lo demuestran, respectivamente.

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 especialmente la habilidad dos con un 84,21% seguido de las habilidades 1 y 3 con un 47,37% que evidencian una interrelacionaron de 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 No Responde (NR) y Explicaciones Fuera de contexto (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.

Asimismo destacar que la secuencia didáctica es una herramienta apropiada para el desarrollo de pensamiento crítico dado que se aborda a nivel teórico y práctico, donde la parte experimental juega un papel fundamental al permitir al estudiante

ser el que lleve a cabo su proceso, donde debe relacionar referentes teóricos y por lo tanto que se fomenten las tres habilidades de forma autónoma. Sin embargo se debe contar con la asesoría de los docentes, los cuales también deben permitir el desarrollo de estas habilidades de acuerdo al conocimiento pedagógico de contenido nombrado por CYTPENCRI que reúne y aplica las habilidades de pensamiento crítico de los maestros a sus propias creencias y prácticas de enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, en la cual se describe el programa de Licenciatura en Química.

9. BIBLIOGRAFÍA

Anagün, Ş. S., & Özden, M. (2010). Teacher candidate's perceptions regarding socio-scientific issues and their competencies in using socio-scientific issues in science and technology instruction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 9, 981–985. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810023761>

Aguilar, P (2001). Validación del método potenciómetro por ión selectivo para la determinación de flúor en sal, agua y orina. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 18(2), 21-23. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342001000100005

Araya, J. (2014) El uso de la secuencia didáctica en la Educación Superior. *Revista Educación*. 38(1), 69-84. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/440/44030587004.pdf>

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>

Bakker, E., Bhakthavatsalam, V., & Gemene, K. L. (2008). Beyond potentiometry: Robust electrochemical ion sensor concepts in view of remote chemical sensing. *Talanta*, 75(3), 629–635. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2515865/>

Cabrero J & Richart Martínez M. (2008). El debate investigación cualitativa frente a investigación cuantitativa. *Enfermería Clínica*, 6(5), 212-217. Recuperado de: http://www.uhu.es/formacion_profesorado/Debate_inv-cualitativa_frente-inv-cuantitativa.pdf

Clavijo, A. (2002). Fundamentos de Química Analítica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. ISBN: 958-701-143-0

Colombiana de Salud (2012). Guía de fluorosis dental. Recuperado de: <http://www.colombianadesalud.org.co/ODONTOLOGIA/FORMATOS/GUIA%20DE%20FLUOROSIS%20DENTAL%20colo.pdf>

Contreras, J., De la Cruz, D., Castillo I & Arteaga. (2014). Dentífricos fluorados: Composición. *Revista Especializada en Ciencias de la Salud*, 17(2):114-119. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre-2014/vre142g.pdf>

Díaz, A (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *Universidad Autónoma de México*. Recuperado de: http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf

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.

Díaz, M. y Jiménez, J. (2012) Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 54-70. Recuperado de: http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14624/3_Diaz_Jimenez_Liso_2012.pdf?sequence=6

Domínguez, Y (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(3), 1-11. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662007000300020&script=sci_arttext

Ennis, R (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/80a7/c7d4a98987590751df4b1bd9adf747fd7aaa.pdf>

Ennis, R (1996). Critical thinking dispositions: their nature and accessibility. Recuperado de: https://informallogic.ca/index.php/informal_logic/article/view/2378/1820

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

Gallego, R, Pérez, R., Franco, R. (2015). Lecturas en didáctica de la química. Bogotá, D.C. Universidad Pedagógica Nacional.

García, M., Reboloso, R. y Solís, M. (2014) *Indicadores educativos de la UANL*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <http://www.uanl.mx/sites/default/files2/cat.pdf>

González, M., Kaplan, J., Reyes, G. y Reyes, M. (2010) La secuencia didáctica, herramienta pedagógica del modelo educativo ENFACE. *Universidades*, 46, 27-33. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/373/37318636004.pdf>

Guzmán, B., Nava, G. y Días, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Revista Biomédica*, 35, 177-90. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35nspe/v35nspea18.pdf>

Harris, D (2003). *Análisis químico cuantitativo*. España: Editorial Reverte S.A

Hescot, P (S.f). *La prevención de las caries:el flúor*. Recuperado de: <http://usuarios.advance.com.ar/asociacionsaludbucal/FLUOR.HTM>

I like my Teeth (S.f). *Datos sobre la fluorosis: Guía para padres y cuidadores*. Recuperado de: <https://ilikemyteeth.org/wp-content/uploads/2014/12/FluorosisFactsForFamilies-Spanish.pdf>

Larsson, K. (2017). Understanding and teaching critical thinking — A new approach. *International Journal of Educational Research*, 84, 32–42. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035516312575>

Martínez, L. y Villamizar, D. (2014) *Unidades didácticas sobre cuestiones socio científicas: Construcciones entre la escuela y la universidad*. Universidad Pedagógica Nacional. Fondo Editorial, Bogotá: Colombia.

Martínez, L., Villamil, Y. y Peñal, D. (2007) Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de casos simulados. *Ciência & Ensino*, 1(número especial). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/268013577_6_RELACIONES_CIENCIA_TECNOLOGIA_SOCIEDAD_Y_AMBIENTE_A_PARTIR_DE_CASOS_SIMULADOS_UNA_EXPERIENCIA_EN_LA_ENSEANZA_DE_LA_QUIMICA

Ministerio de Salud (2000) *Resolución 412 del 2000*. Recuperado de: <https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R0412000.pdf>

Miller, C. y Miller, N. (1993). *Estadística para Química Analítica*. Addison-Wesley Iberoamerican S.A.

Ministerio de Salud (2012) *Estudio Nacional de Salud Bucal*. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENSAB-IV-Situacion-Bucal-Actual.pdf>

Ministerio de Salud. (1996). *Decreto 547*. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70719>

Ministerio de Salud y Protección Social (MINSALUD) (2016) *Documento técnico perspectiva del uso del flúor vs caries y fluorosis dental en Colombia*. Recuperado de:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/perspectiva-uso-fluor.pdf>

Murillo, F. y Martínez, C. (2010). *Investigación Etnográfica*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Naciones Unidas (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2002). *Flúor en el agua de consumo*. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193%3A2013-fluor-agua-consumo&catid=4716%3Ageneral&Itemid=39798&lang=es

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

Secretaría de Salud Departamental del Huila (2008) *Guía de fluorosis dental: Normas técnicas de la fluorosis dental*. Recuperado de: http://huila.gov.co/documentos/G/guia_fluorosis_dental_huila.pdf

Sibina, M. y Chávez, R. (2013) *Concentración de fluoruros contenidos en dentífricos según el lugar de expendio en la ciudad de Quito (Tesis Pregrado)*. Universidad Nacional de la Amazonía de Perú. Iquitos, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2472/Concentraci%C3%B3n%20de%20fluoruros%20contenidos%20en%20los%20dentr%C3%ADficos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Skoog, D., West, D., Holler, J., & Crouch, S. (2005). *Fundamentos de Química analítica*. España: Editorial Reverte S.A

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>

Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia, técnica y sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 181-186. Recuperado de: <https://www.uv.es/vilches/documentos%20enlazados/Articulos-cts.pdf>

Solbes, J y Vilches, A (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 337-348. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21986/21820>

Todoesquimica (2008). La caries. Recuperado: <https://todoesquimica.blogia.com/2008/040601-la-caries.php>

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%C3%ADficas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vasilachis, I (2006) *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Editorial Gedisa. Biblioteca de Educación, Barcelona: España.

Vásquez, A (2016). Education of scientific, technological and critical thinking competences by teaching nature of science and technology themes. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/project/Educacion-de-las-competencias-cientifica-tecnologica-y-pensamiento-critico-mediante-la-ensenanza-de-temas-de-naturaleza-de-ciencia-y-tecnologia>

Vásquez, M. y Tobón, D. (2002) Potenciometría con electrodos de referencia económicos “tipo-jeringa. *Revista Educación Química*, 13(1), 37-39. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2755440>

Wilches, M., Ruiz, L & Hernández, M. (2007). *Bioingeniería VI: Fundamentos de Instrumentación para química clínica y las radiaciones ionizantes*

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1. Instrumento test inicial.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

Test Inicial

Nombre: _____ **Fecha** _____

El presente instrumento está orientado a identificar las habilidades sobre el pensamiento crítico que poseen los profesores de química en formación inicial que están cursando el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II sobre la fluorosis como controversia socio-científica. Para lo anteriormente mencionado, lea con atención y responda con total sinceridad las siguientes preguntas.

El flúor es un elemento fortalece los dientes, ayuda a la renovación del esmalte y previene la caries; pero demasiado flúor, presente como sales de flúor, tampoco es aconsejable, ya que puede manchar los dientes en forma leve, pero sí es grave puede destruir el esmalte (Asociación Española de Pediatría).

Tomado de (Ediciones, 24 Julio 2018)

De acuerdo a la información anterior

¿Está familiarizado con la fluorosis? ¿Conoce casos de fluorosis?

Argumente.

¿Alguna vez le han aplicado a usted o alguien conocido flúor en procedimientos odontológicos? ¿Lo considera bueno o malo? Justifique

Una empresa ilegal ubicada zonas altas de Villapinzón-Cundinamarca elabora dentífricos diariamente y a su vez elimina grandes cantidades de desechos, producto de la fabricación de cremas dentales que son vertidos directamente sobre el nacimiento del río Bogotá. Una población cercana usa este afluente para

consumo y empiezan a presentar áreas decoloradas de los dientes, daños en los huesos y algunos órganos del cuerpo como consecuencia de que dicho afluente tiene grandes cantidades de fluoruros.

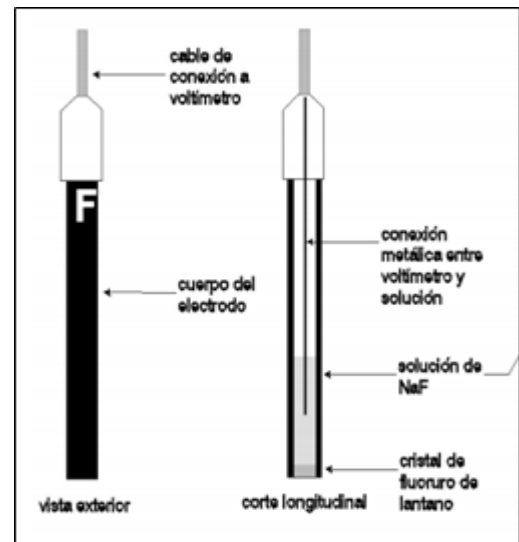
Usted como maestro, ¿qué haría para educar a la población sobre el tema de la fluorosis de acuerdo a sus conocimientos en química?

De acuerdo a las temáticas que se orientan en la carrera que está cursando, usted ya debe estar relacionado con el concepto de potenciometría, sin embargo, para recordar ésta es una técnica que consiste en la determinación de la actividad de los iones presentes en disolución acuosa de una especie química en particular en forma directa, rápida y simple mediante la medida del potencial eléctrico. Esta técnica requiere la comparación del potencial producido por el electrodo indicador en la disolución con el potencial que se obtiene cuando se sumerge el mismo electrodo en una disolución de concentración conocida.

¿Cómo vincularía la fluorosis con la técnica de la potenciometría?

Describa cómo actúa el electrodo indicador sobre la disolución de interés para medir el potencial eléctrico de la misma.

Rigalli, Pera, Di Loreto & Brun (S.f)



Proponga una metodología para determinar fluoruros por medio de la potenciometría ¿Qué procesos seguiría para llevar a cabo este planteamiento?

Elaborado por: Leydi Ordoñez y Carlos Riveros.

10.2. ANEXO 2. Instrumento Juego de roles.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

Juego de roles

A continuación, encontrará un artículo de referencia para el juego de roles que tendrá lugar en la siguiente clase; si lo requiere puede consultar otras referencias. Debe leer y generar argumentos desde el actor social que previamente ha seleccionado (Profesor, Empresario, Ciudadano, Político y Estudiante), posteriormente debatir a favor o en contra desde el ámbito social, político, cultural y económico. Asimismo, debe tener en cuenta las preguntas al final que orientaran el juego de roles.

La pasta dental sin flúor no sirve

Se dice que es muy natural, pero los expertos cuestionan la eficacia de la pasta dental sin flúor para prevenir caries y otros problemas de la salud oral.

Como muchos productos con la etiqueta de “naturales”, la pasta no fluorada está de moda y se consigue fácilmente por internet, pero un estudio de las escuelas de salud oral de las universidades de Harvard y Washington, cuestionan sus beneficios para el cuidado de los dientes.

Publicada en la revista especializada Gerodontology, con el título “Higiene oral personal y caries dental: una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios”, la investigación señala que cepillar los dientes con un dentífrico no fluorado y usar hilo dental no es suficiente para reducir significativamente la aparición de caries. Los especialistas se concentraron especialmente en niños de entre 10 y 13 años.

El flúor tiene un efecto protector sobre los dientes. Según la Asociación Dental Americana (ADA), puede ayudar a reconstruir o remineralizar el esmalte debilitado de los dientes y también a revertir los primeros signos de caries. El estudio desecha la hipótesis de que cepillar los dientes con cualquier pasta o sin ella, y usar hilo dental es suficiente para mantener una dentadura sana.

¿Y qué pasa con los niños más pequeños, en quienes se desaconseja el uso de flúor? Los especialistas recomiendan que los padres supervisen la cantidad de pasta de dientes que usan sus hijos, que debe ser no menos que el tamaño de un grano de arroz y no más que el tamaño de un guisante. Esta pequeña cantidad

puede ayudar a reducir el riesgo de fluorosis dental, que ocurre cuando los pequeños consumen demasiado flúor.

Tomado de El diario, 08 Agosto 2018

Además de la lectura anterior, recuerde que en el juego de roles se encontrarán diferentes actores sociales, un profesional de la salud y una persona con la patología. Si lo considera necesario obtenga información de ellos para responder y argumentar las siguientes preguntas:

Usted como profesor de química ¿qué tipo de dentífrico compraría? ¿Por qué?

¿Qué composición crees que deben tener los dentífricos naturales para que causen un efecto favorable en la salud bucal?

Tenga en cuenta las siguientes preguntas para orientar el juego de roles

Preguntas Orientadoras

1. ¿Qué impactos tendría el uso de dentífricos con flúor y de origen natural para el mercado?
2. ¿Cómo se ve la problemática hoy en día por el uso en aumento de los productos naturales? ¿Qué papel juega la contaminación ambiental por trazas de flúor?
3. ¿Cuál sería la mejor alternativa que conlleve al cuidado dental, evitando efectos negativos ambientales?
4. ¿Está reglamentado el uso de flúor en dentífricos y la cantidad máxima que debe haber en el ambiente?
5. ¿Qué propuestas plantea para que se lleve a cabo un consenso y sea benéfico en todos los ámbitos sociales, políticos, económicos y culturales?

10.3. ANEXO 3. Instrumento para la sesión de laboratorio.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

Calibración de electrodo de flúor y determinación de flúor en dentífricos

Leydi Ordoñez
Carlos Riveros

Introducción

La potenciometría es definida como la medición de fuerzas electromotrices que ocurre en las celdas para con ello obtener información química de interés. Esta información viene dada por mediciones de potencial de las celdas electroquímicas en ausencia de corrientes apreciables. Los electrodos son instrumentos que responden de manera selectiva a diferentes analitos que se pretendan determinar. El uso de los electrodos permite medir voltajes e indicar información química que es el principio de la potenciometría. A partir de un electrodo de referencia construido de acuerdo a la metodología planteada por Vásquez y Tobón (2002), se realizarán mediciones con patrones de concentración conocida de flúor partiendo del manual de instrucciones para un electrodo de fluoruros de la empresa Orion Research; esto con el fin de calibrar dicho electrodo y posteriormente realizar mediciones de flúor en dentífricos.

De acuerdo a la información anterior consulte con su equipo de laboratorio

1. ¿Cómo se procesa la muestra de dentífrico para determinar flúor por potenciometría?
2. ¿Cuál es la composición y cantidad de flúor que presenta el dentífrico seleccionado?
3. ¿Qué tipos de sales de flúor presenta su dentífrico?

10.4. ANEXO 4. Práctica de Laboratorio.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

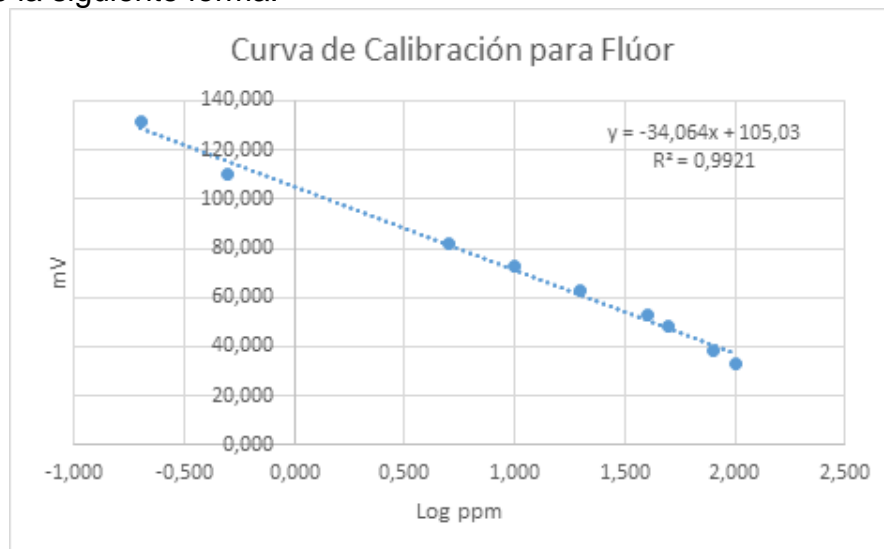
Calibración de electrodo de flúor y determinación de flúor en dentífricos

Objetivos

- Calibrar el método analítico y el uso del electrodo de ion selectivo para determinación de flúor en productos dentífricos.
- Determinar flúor en el dentífrico que seleccionó

Referente Teórico

Según Orion Research, para realizar la curva de calibración se deben preparar patrones de 0.2, 0.5, 1, 5, 10, 20, 40, 50, 80 y 100 ppm a partir de una solución de 1000 ppm disolución patrón NaF. Es necesario agregar 50mL de TISAB por cada 50 mL de disolución patrón con el fin de ajustar la fuerza iónica. Luego de hacer las medidas de cada una de las disoluciones, la curva típica de calibración debe quedar de la siguiente forma:



Gráfica 1. Curva típica de calibración del electrodo flúor.

Materiales

Para las intenciones de éste protocolo, se revisó el manual de instrucciones para electrodos de fluoruro de la empresa Orion Research que plantea los siguientes requerimientos:

Tabla 1. Relación de materiales, reactivos y equipos

Materiales	Reactivos
14 Balones Aforados 50 mL 1 Balón Aforado 100 mL 1 Balón Aforado 500 mL 1 Espátula 1 Vidrio de reloj 3 Beaker 50 mL 1 Escobilla 1 Varilla de Vidrio 1 Bureta 25 mL 1 Pinza para bureta 1 Frasco Lavador 2 Goteros 1 Agitador Magnético con Magneto 2 Pipeta graduada 5 y 10 ml 2 Pipeta aforada 5 y 10 ml 2 Jeringas	NaF Ácido Acético Glacial NaCl Citrato trisódico anhidro NaOH 5M Buffer para Calibración del Potenciómetro a pH 4 y 7.
Equipos: Balanza, Electrodo Combinado, Ionómetro, Potenciómetro.	

Procedimiento

Preparación del TISAB (Tomado de: Fonseca & Torres, 2018)

- Medir 100 mL de agua destilada en vaso de precipitado
- Adicionar 10 mL de ácido acético
- Pesar 12 g NaCl y adicionarlos en el vaso de precipitado
- Pesar 2 g de citrato trisódico anhidro y adicionarlos en el vaso de precipitado
- Agitar y ajustar a pH 5 - 5,5 con NaOH 5 M
- Llevar a balón aforado de 500 mL y completar a volumen

Preparación de Patrones de Flúor

- Inicialmente se prepara una solución de 1000 ppm de NaF 100mL.
- Se toma una alícuota de 25mL de la solución madre, se agrega a un balón aforado de 250mL y se afora con agua destilada, con el fin de preparar una solución de 100 ppm.
- A partir de la solución de 100 ppm, se preparan patrones de 0.2, 0.5, 1, 5, 10, 20, 40, 50 y 80 ppm a un volumen final de 50mL.

Preparación de Patrones con TISAB

- Partiendo de los patrones que se prepararon en el apartado anterior, tomar 25 mL de cada uno en otro balón de 50 mL diferentes.
- Aforar a 50 mL con TISAB.

Tratamiento de las muestras sólida

- Pesar 0,1 g de la muestra en vaso de precipitado.
- Adicionar 25 mL agua destilada y dejar en ebullición por 5 min.
- Enfriar y tomar una alícuota de 25 mL en balón aforado 50 mL.
- Aforar a 50 mL con TISAB.

Tratamiento de las muestras líquida

- Medir 2,5 mL de muestra en vaso de precipitado.
- Adicionar 25 mL agua destilada y tomar una alícuota de 25 mL en balón aforado 50. mL.
- Aforar a 50mL con TISAB.

Mediciones en el Ionómetro

- Conectar el electrodo combinado al ionómetro.
- Conectar el potenciómetro a la corriente eléctrica.
- Ajustarlo en la opción de respuesta en mV.
- Lavar el electrodo, antes y después de usarlo y secar con papel para las diferentes mediciones.
- Tomar la medida de los mV para los patrones y para las muestras líquidas y sólidas, hacer las mediciones por triplicado.

Preguntas orientadoras

1. ¿Recomendaría el uso del dentífrico que previamente usted escogió? Justifique teórica y experimentalmente.
2. ¿Cambiaría el dentífrico que usa a diario? En caso de que use uno comercial por uno natural o si usa uno natural por uno comercial. Justifique
3. Si la respuesta anterior fue afirmativa justifique ¿Que influyó tomar cambiar el dentífrico?
Si la respuesta anterior fue negativa justifique ¿Por qué continuar con el que usa?

Bibliografía

Fonseca, H & Torres, L. (2018). *Fortalecimiento del trabajo de laboratorio y su complementación con una simulación digital: una alternativa para la enseñanza de*

la potenciometría de ion selectivo (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Orion Research. Instruction Manual, Fluoride Electrode.

Vásquez, M. y Tobón, D. (2002) Potenciometría con electrodos de referencia económicos “tipo-jeringa. *Revista Educación Química*, 13(1), 37-39. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2755440>

Elaborado por: Leydi Ordoñez y Carlos Riveros.

10.5. ANEXO 5. Instrumento Test Final.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

Test Final

Nombre: _____ **Fecha** _____

El presente instrumento está orientado a identificar las habilidades sobre el pensamiento crítico que desarrollaron los profesores de química en formación inicial que están cursando el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II sobre la fluorosis como controversia sociocientífica. Para efectos antes mencionados, lea con atención y responda con total sinceridad las siguientes preguntas que se relacionan con el trabajo realizado.

1. ¿Cuál es la incidencia del uso de dentífricos y la fluoración de la sal colombiana en la fluorosis?

2. En un laboratorio químico se pretende determinar cloruro en una muestra de agua por un método potenciométrico, una semana antes hubo una visita de un colegio público y un estudiante al manipular el ionómetro dañó el electrodo selectivo, sin embargo, se debe hacer la determinación pues de eso depende un proceso fisicoquímico para el tratamiento del agua. Proponga cómo podría reemplazar éste electrodo para realizar la medición del potencial eléctrico.

3. De acuerdo a sus conocimientos en química que otra aplicación (problemática cotidiana) tendría la potenciometría

4. Si la población infantil es la más vulnerable y propensa a desarrollar la fluorosis, ¿qué estrategias propondría como profesor de química en formación inicial para minimizar esta patología? ¿Con quién implementaría y qué esperaría?

5. ¿Considera que en todas las etapas del crecimiento y desarrollo del ser humano es mejor usar productos comerciales o naturales? ¿cómo intervienen cantidades de flúor?

Elaborado por: Leydi Ordoñez y Carlos Riveros.

10.6. ANEXO 6. Validación de instrumentos.

VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LA VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO

Tomado y adaptado de: Díaz, Garzón y Hernández (2014)

Estimado Validador:

Nos es grato dirigirnos a Usted, a fin de solicitar su colaboración como experto para validar la propuesta educativa anexa, la cual podría ser aplicada a estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura En Química de la Universidad Pedagógica Nacional en el espacio académico de Sistemas Fisicoquímicos II.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulada: EL CASO DE LA FLUOROSIS COMO CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA, con el fin de determinar la pertinencia que tiene la propuesta planteada.

Para efectuar la validación de la propuesta educativa, Usted deberá leer cuidadosamente cada instrumento propuesto, los cuales, contribuyen al aprendizaje de los conceptos relacionados con el uso e importancia de la potenciometría en relación con el abordaje de la fluorosis en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, en docentes en formación de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. Por otra parte, se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción y contenido u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

Evalué cada uno de los criterios de uno a cinco, de acuerdo a como se especifica en la siguiente tabla:

5	Se cumple completamente
4	Se cumple en alto grado
3	Se cumple aceptablemente
2	Se cumple en bajo grado

1	No cumple
----------	-----------

Nº	Criterio	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
1	La presentación es adecuada.					
2	La redacción de la información coherente y entendible.					
3	Existe coherencia entre los contenidos y las actividades propuestas.					
4	El compendio de instrumento favorece al aprendizaje de conceptos relacionados con la potenciometría en el abordaje de la fluorosis					
5	Las actividades propuestas son adecuadas para la población a la cual van dirigidas.					
6	El desarrollo de las actividades permite cumplir con la finalidad propuesta para el compendio de instrumentos.					
7	Las actividades propuestas dentro de cada instrumento son apropiadas para abordar la temática.					

Consideración final

Aspectos Positivos en el Contenido del compendio de instrumentos

Aspectos Negativos en el Contenido del compendio de instrumentos

Sugerencias en general para lograr que el compendio de instrumentos pueda ser utilizados

Con relación al compendio de instrumentos revisados usted considera:

*Marque con una X su consideración

Realizar pocas o ninguna corrección.	
Realizar una cantidad de modificaciones considerables	
Reestructurar la totalidad del compendio de instrumentos	

Nombre del profesor que evalúa el instrumento

Título(s) académico(s)

10.7. ANEXO 7. Evaluación de la secuencia didáctica.

VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS MATRIZ DE EVALUACIÓN PARA LA VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRÍTICO

Tomado y adaptado de: Díaz, Garzón y Hernández (2014)

Estimado Validador:

Nos es grato dirigirnos a Usted, a fin de solicitar su colaboración como experto para validar la propuesta educativa anexa, la cual podría ser aplicada a estudiantes del ciclo de profundización de la Licenciatura En Química de la Universidad Pedagógica Nacional en el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulada: EL CASO DE LA FLUOROSIS COMO CONTROVERSIAS SOCIOCIENTÍFICAS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO MEDIADA POR UNA SECUENCIA DIDÁCTICA, con el fin de determinar la pertinencia que tiene la propuesta planteada.

Para efectuar la validación de la propuesta educativa, Usted deberá leer cuidadosamente cada instrumento propuesto, los cuales, contribuyen al aprendizaje de los conceptos relacionados con el uso e importancia de la potenciometría en relación con el abordaje de la fluorosis en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, en docentes en formación de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción y contenido u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

Evalúe cada uno de los criterios de uno a cinco, de acuerdo a como se especifica en la siguiente tabla:

5	Se cumple completamente
4	Se cumple en alto grado
3	Se cumple aceptablemente
2	Se cumple en bajo grado
1	No cumple

Nº	Criterio	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
1	La presentación es adecuada.				x	
2	La redacción de la información coherente y entendible.					x
3	Existe coherencia entre los contenidos y las actividades propuestas.				x	
4	El compendio de instrumento favorece al aprendizaje de conceptos relacionados con la potenciometría en el abordaje de la fluorosis				x	
5	Las actividades propuestas son adecuadas para la población a la cual van dirigidas.					x
6	El desarrollo de las actividades permite cumplir con la finalidad propuesta para el compendio de instrumentos.				x	
7	Las actividades propuestas dentro de cada instrumento son apropiadas para abordar la temática.				x	

Consideración final

Aspectos Positivos en el Contenido del compendio de instrumentos

Las preguntas son contextualizadas, pero por el posible número de espacios reducidos, es muy relativo que se pueda decir que las actividades programadas cumplan con los objetivos propuestos; sin embargo, las presentadas son realizables y viables y dependen algunas de ellas de los argumentos de los expertos.

Aspectos Negativos en el Contenido del compendio de instrumentos

El número de sesiones, la posición de los expertos generalmente está determinada por los gustos y especialidades del mismo y puede no contribuir en forma adecuada con la inclinación de la argumentación de los estudiantes.

Sugerencias en general para lograr que los compendios de instrumentos puedan ser utilizados

Intentar como tesisistas e investigadores ser neutrales en la toma de posición de los estudiantes y tratar al máximo de garantizar los espacios y secciones de desarrollo de la tesis pertinente para el cumplimiento de los objetivos

Con relación al compendio de instrumentos revisados usted considera:

*Marque con una X su consideración

Realizar pocas o ninguna corrección.	Las que se realizaron fueron pertinentes
Realizar una cantidad de modificaciones considerables	
Reestructurar la totalidad del compendio de instrumentos	

Nombre del profesor que evalúa el instrumento

BLANCA RODRIGUEZ HERNANDEZ

Título(s) académico(s)

__LIC QUIMICA/ING DE ALIMENTOS/DOC EN EDUCACION __

10.8. ANEXO 8. Transcripción del juego de roles.

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química**

Transcripción del Juego de roles

El juego de roles tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional, exactamente en el salón B400 entre las 5 y las 7 de la noche del 1 de octubre de 2018, con profesores en formación inicial de Licenciatura en Química que están cursando el espacio académico de Sistemas Físicoquímicos II. Se tendrán en cuenta la siguiente nomenclatura para las diferentes personas que realizaron intervenciones:

Nomenclatura	Significado
<i>T (1-2)</i>	Estudiantes que están desarrollando el trabajo de grado
<i>P</i>	Profesora a cargo del espacio académico
<i>Po (1-5)</i>	Políticos
<i>Pr (1-5)</i>	Profesores
<i>Es (1-5)</i>	Estudiantes
<i>Ci (1-5)</i>	Ciudadanos
<i>Em (1-5)</i>	Empresarios
<i>I (1-2)</i>	Invitados

Nota: Los números indican que es un profesor en formación inicial en específico.

El juego de roles se dio de la siguiente forma:

Persona	Intervención
----------------	---------------------

<i>T1</i>	Luego de hacer una introducción y una contextualización sobre los objetivos del juego de roles y la forma en la que se llevará a cabo, introduce a la intervención de la invitada que también es profesora en formación inicial de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional (I1).
<i>I1</i>	“Buenas tardes, yo tuve controles normales durante el crecimiento y me diagnosticaron fluorosis, bueno, 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, pero el diagnóstico depende de los doctores porque uno odontólogo decía que era fluorosis y otro que era descalcificación, sin embargo, no me realizaron ningún tratamiento pero me dieron recomendaciones como usar crema dental con baja concentración de flúor y que usara sal sin flúor. Por lo general, lavarse los dientes 3 veces al día, pero cuando era pequeña me comía la crema dental y pues por lo general llenaba todo el cepillo con crema dental hasta dos veces,
<i>T1</i>	“Entonces empezamos a identificar diferentes puntos críticos, el primero es que es difícil diagnosticar la fluorosis por que se tiende a confundir con la descalcificación, el uso desmedido de la crema dental y entender que la sal de cocina está fortificada con flúor”
<i>P</i>	“Yo quiero hacer una pregunta, ¿Qué riesgos a largo plazo tiene la fluorosis en los dientes?”
<i>I1</i>	“Pues los doctores no me han dicho ningún riesgo en específico, de hecho, hay algunos doctores que me ven en la consulta y ni se dan cuenta que tengo fluorosis”
<i>Po1</i>	“Y ¿te ha afectado la sensibilidad en las encías, o algo así?”
<i>I1</i>	“Pues yo tengo sensibilidad, pero no estoy segura si se debe a eso”
<i>T1</i>	“Digamos, como para responder a la pregunta de la profe, digamos que las personas que tienen fluorosis tienen la disposición de generar osteoporosis cuando sean mayores”
<i>Pr1</i>	“Digamos, en el ejercicio de la seda dental, ¿las encías sangran?”
<i>I1</i>	“No”

<i>Em1</i>	“Mejor dicho, ¿Cuáles son los síntomas generales de la fluorosis?”
<i>I1</i>	“La mancha en los dientes, entiendo que hay diferentes tipos, pero sin son como manchitas en los dientes”
<i>Pr2</i>	“Digamos, ¿esas manchas no se pueden confundir con las manchas que produce el cigarrillo?”
<i>T1</i>	“Si, puede ser”
<i>I1</i>	“Igual lo que les digo, a mí me diagnosticaron la fluorosis cuando tenía 13 o 14 años”
<i>Em1</i>	“Y por lo regular, ¿qué cantidad y qué tipo de crema dental utilizabas?”
<i>I</i>	“Yo creo que eso también fue una de las cosas, y es que yo empecé a usar Colgate desde pequeña, entonces ya cuando me dijeron que tenía fluorosis cambie la crema dental por una que tenía menos concentración de flúor”
<i>Es1</i>	“¿Cómo cuál?”
<i>I1</i>	“Como las cremas de niños”
<i>T1</i>	Luego de tener la intervención de I1 se introduce a una grabación de la entrevista realizada a la profesional de la salud bucal que se desempeña en la Universidad Pedagógica Nacional (I2).
<i>I2</i>	“Buenas tardes, yo me desempeño en la Universidad Pedagógica Nacional desde hace más de 20 años, debemos tener en cuenta que la fluorosis ha sido un problema de salud pública desde el 1998”.
	A la pregunta: ¿Qué impactos tendría el uso de dentífricos con flúor y de origen natural para el mercado?

	<p>Responde, “Para el mercado y para los pacientes, pues para el mercado de hecho ya ha tenido un impacto por que ha tenido que ir modificando la composición de las cremas dentales, por ejemplo, antes era imposible encontrar una crema dental sin flúor, así que cuando se detectó el problema, la dificultad era que no se conseguía cremas sin flúor, total que les tocó empezar a trabajar en desarrollar éste tipo de cremas; ahora, para los pacientes, tener dentífricos sin flúor es muy importante para los niños menores de 4 años, pues lo que necesitamos es que los niños aprendan a escupir, pues si no lo hacen se comen la crema dental aportando al exceso de flúor y a la enfermedad, entonces, definitivamente es muy importante tener cremas dentales sin flúor”.</p>
	<p>A la pregunta: ¿Cómo se ve la problemática hoy en día por el uso en aumento de los productos naturales? ¿Qué papel juega la contaminación ambiental por trazas de flúor?</p>
	<p>Responde, “El uso de los dentífricos naturales sin flúor, pues, puede tener un mal impacto, pues si no se sabe para qué tipo de población están dirigidos los dentífricos sin flúor, puede llegar causar problemas de caries, pues una persona mayor de 5 años, necesita el flúor diariamente para fortalecer sus dientes debido al intercambio que hay todo el día con ácido, con el dulce, el esmalte tiene que estar fortaleciéndose y las personas requieren del flúor, y si es un paciente que tiene con problemas o alteraciones para la fijación del calcio pues va a ser una persona que va a desarrollar muchos problemas de caries por no contar con un dentífrico con flúor, es decir, hay que entender igualmente que el flúor es tóxico, no lo consume el organismo, no se irá a los huesos, pues ya también sabemos que una persona que tenga fluorosis va a tener problemas en los huesos por el calcio compite con el flúor, pero en los dentífricos es tóxico, entonces se cepilla, escupe y se enjuaga la boca y no hay ningún problema con su uso.</p>
	<p>A la pregunta: ¿Cómo identificar las cremas dentales sin flúor para los niños? ¿Definitivamente no se puede reemplazar el flúor por algún otro elemento en los dentífricos?</p>
	<p>Responde: “La identificación de la crema dental es sencilla porque hoy en día se consiguen en el mercado, es decir, que si uno habla de una crema dental para niños ya se da por entendido que tiene una concentración menor de flúor, sin embargo, es importante revisar en la tabla de contenidos, además, es importante entender que si el niño ya sabe escupir ya es apto para usar una crema dental que contenga flúor con el fin de evitar las caries. Bueno, para la otra pregunta, pues hasta ahora que yo sepa no, el boom es el flúor en el agua, en la sal y en los dentífricos, pero su exceso ha causado la patología de la fluorosis.”</p>

	<p>A la pregunta: ¿Está reglamentado el uso de flúor en dentífricos y la cantidad máxima que debe haber en el ambiente?</p>
	<p>Responde: “En éste momento no la recuerdo, pero todas tiene algo muy similar, y el tema es que es tópico, es decir, al ser tópico no afecta el organismo”.</p>
	<p>A la pregunta: “¿Qué propuestas plantea para que se lleve a cabo un consenso y sea benéfico en todos los ámbitos sociales, políticos, económicos y culturales?</p>
	<p>Responde: “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, es un tema de educación y concientización, entendiendo que el nuestra sal está fortificada, que además se hicieron en concentraciones experimentales y además el agua, pues toda esa gran cantidad de flúor nos conllevó al tema de la fluorosis, pues en los niños es en esa edad que se empiezan a formar los dientes permanentes, pues las coronas están en las encías desde que salen los dientes de leche afectando desde ese punto el esmalte dental, y así se ha generado el tema de la fluorosis, entonces es muy importante que las personas sepan que es muy importante suministrar una crema dental sin flúor en los niños menores a 4 años.</p>
<i>T1</i>	<p>Hace un resumen, sobre la intervención de la I2 y pone de presente que cuando ésta persona habla de flúor, se refiere a las sales de flúor porque el flúor por si sólo es corrosivo. Hecho éste ejercicio comienza el juego de roles entre los diferentes actores sociales (Estudiantes, Políticos, Profesores, Ciudadanos y Empresarios) con respecto a las preguntas orientadoras.</p>
	<p>“Entonces, la primera pregunta es ¿Qué impactos tendría el uso de dentífricos con flúor y de origen natural para el mercado?”</p>
<i>Po1</i>	<p>“Bueno, pues yo indagué, que el decreto 598 de 1998 donde se plantean parámetros para que los dentífricos y enjuagues bucales, regulan el uso del flúor, por ejemplo, la crema dental, se plantea que la crema dental debe contener entre 1100 y 1500 ppm, entonces, hay que hacer la aclaración que la doctora dijo que no afectaba casi, entonces como la aclaración, también que los enjuagues bucales afectan el esmalte, y sin flúor tampoco sirven los enjuagues bucales por sus diferentes</p>

	propiedades”
<i>Es1</i>	“Es importante que lo dentífricos tienen flúor, pero hay que determinar que no sobrepase el límite permitido, además entender que como uno escupe, pues evacúa todo el flúor, sin embargo el Enjuague bucal tiene un coeficiente de adhesión en los dientes es adecuado y cuál es el necesario según la norma técnica”.
<i>Em2</i>	“Nosotros decimos que los productos están bien elaborados, lo que pasa es que la gente tiene un uso abusivo, en nuestras cajas están las indicaciones que la crema no la deben usar niños pequeños y en qué cantidad la deben usar, por lo tanto nosotros no estamos dañando la sociedad”
<i>Em3</i>	“Igualmente, no dice que la crema dental no se pueda consumir, entonces lo que decía I2, entonces el daño se orienta en qué los niños menores de 4 años la consumen”
<i>Es2</i>	“Pero es que digamos que las marcas no presentan claridad frente a la cantidad de flúor que puede tener, por ejemplo, hay cremas que tienen colorcitos, y generalmente, la persona del común que no tiene una educación química no va a entender que esos colores pueden fomentar a la contaminación por flúor, entonces hay que educar desde que la sociedad entienda cada una de las implicaciones y compuestos que tiene la crema dental.”
<i>Es1</i>	“Otra cosa que yo quería decir, es que estamos muy sesgados a creer que solamente el flúor proviene de dentífricos y no es así, el flúor está presente en diferentes productos de la canasta familiar como las bebidas hidratantes, gaseosas, sal de cocina y lo dentífricos, pero no hay que sesgar solamente en los dentífricos pues puede ser ocasionado por otros objetos”.

<i>Pr1</i>	<p>“Digamos tomando las posiciones de los empresarios, estudiantes y actores políticos, digamos que los estudiantes están muy bien informados, puesto que muchos alimentos tienen cantidades de flúor importante, como es el caso de la panela, la panela tiene alrededor de 5000ppm de flúor superando la normatividad, pues debe ser máximo de 250ppm, y Colombia se rige por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y a la OMS, que se acogen a dicha normatividad, otra cosa que podríamos decir, cómo decía el Es2, hay que identificar claramente el límite de flúor que tienen los productos de la canasta familiar, y según un estudio, la concentración de flúor no es la misma para todas las sales que están presentes en el mercado, entonces no hay una reglamentación adecuada que los productores deban acogerse”.</p>
<i>Pr2</i>	<p>“Bueno, de acuerdo a lo que dice el profesor, si, varios alimentos contienen flúor, hasta el agua potable tiene flúor, 1 ppm supuestamente dice la norma, entonces, si, los alimentos que consumimos tienen flúor y el agua que tomamos tiene flúor, que es una cosa con la que no estoy de acuerdo, entonces, ¿para qué necesitamos una crema con flúor? Entonces, dice la compañera que, listo, uno se baña los dientes con crema y uno escupe supuestamente una cantidad y al rato estamos comiendo y una parte del flúor que quedó en los dientes se va hacia el organismo, y lo que dice la odontóloga de que se necesita una crema dental con flúor, no me parece”.</p>
<i>T2</i>	<p>“Entonces ¿crees que sería mejor un dentífrico natural?”</p>
<i>Pr2</i>	<p>“Si”</p>
<i>T1</i>	<p>“Entonces, ahí viene la segunda pregunta: ¿Cómo se ve la problemática hoy en día por el uso en aumento de los productos naturales? ¿Qué papel juega la contaminación ambiental por trazas de flúor?”</p>
<i>T2</i>	<p>“Entonces, los ciudadanos qué piensan, ¿prefieren un producto natural o uno comercial?”</p>
<i>Ci1</i>	<p>“Pues como tal, como nos vienen diciendo, tenemos los productos naturales, pues un producto natural no tiene químicos, y preferiríamos un producto natural, pero al igual, los empresarios nos venden como lo bonito a partir de la publicidad, pero no nos muestran las contraindicaciones, y como buenos ciudadanos no leemos lo que estamos consumiendo, entonces es una dificultad entre ambas partes, la publicidad os muestra lo bonito, pero nosotros tampoco leemos las contraindicaciones más a fondo”.</p>

<p><i>Pr3</i></p>	<p>“Bueno, hay que tener en cuenta que sí, se puede usar cremas dentales naturales pero si se necesita flúor, porque es que, el flúor se usa para prevenir las caries y la odontóloga lo mencionaba, pero si se excede la cantidad, ahí si conlleva a la fluorosis, entonces, el tema sería enseñar sobre la cantidad y el uso, pero resulta que si tú vas a un colegio y hablas de esto, entonces todo el mundo se va a alarmar, sobre todo los padres de familia, entonces tú tienes que tener una dinámica muy buena para explicarle a los demás sin que se vayan al extremo ni tampoco empiecen a decir que uno está trabajando para una empresa y está haciendo negocio, entonces esa es una dificultad importante al momento de llevar el concepto al aula, y entender aún más las contraindicaciones que conlleva a futuro como la osteoporosis y daños estomacales, entonces ¿por qué un odontólogo al entender que tenemos fluorosis no nos manda exámenes especializados para controlar las contraindicaciones?”.</p>
<p><i>Em1</i></p>	<p>“La crema dental que nosotros producimos está sobre el rango límite que orienta la ley en Colombia, otra cosa es que nosotros produzcamos y que los ciudadanos o las personas del común no la saben utilizar, por que muy pocos casos se presentan de fluorosis, y en esos casos, si uno habla con los pacientes, van a decir que desde niños tuvieron mal uso de la crema dental, y obvio resultará en fluorosis, en contra posición con lo que dicen los profesores que no es el único factor que produce dicha enfermedad”.</p>
<p><i>Po2</i></p>	<p>“Y no sólo eso, además que la gente, bueno, el producto natural según ellos es algo bueno lo cual no es cierto porque si ustedes usan algún producto para la limpieza y si están usando un productor natural, debe tener una mayor concentración de flúor al no tener un tratamiento químico adecuado.”</p>
<p><i>Em1</i></p>	<p>“Además, los estudios de caracterización que se hacen en las cremas naturales, mencionan que contienen cantidad de otros elementos que contaminan e inciden en la salud, con respecto al tema que estamos tratando, es decir, debemos, la sociedad se debe concientizar del buen uso de lo que nosotros producimos, pues en la caja están las indicaciones, pero si colocamos a un niño que se cepille solo y que se coma la crema dental pues va a tener problemas en el futuro”.</p>
<p><i>Ci2</i></p>	<p>“Pero ustedes como empresarios muestran en la publicidad que aparecen en la televisión que llenan el cepillo dental totalmente con crema dental y eso indica a que sean 3 veces al día y eso hace entender que esa es la cantidad que uno debe usar, y según la norma la cantidad de crema no puede ser menos que un grano de arroz y no más que un guisante, y ahí qué”.</p>

<i>Em1</i>	“Pero es que nosotros le pagamos allá a los canales y la publicidad entra por los ojos, entonces mientras vean la crema toda bonita, pero eso no significa que eso se use así y por eso la educación debe ir de la mano para el buen uso de la crema dental, ellos deben saber que no hay que llenar el cepillo dental con toda la crema dental”
<i>Es2</i>	“En esa cuestión, ustedes se pueden escudar que las personas que saben del tema pues tienen que entender cómo se usa la crema dental, pero si una persona que no sabe leer cómo se le explica, o un adulto mayor”
<i>Em1</i>	“En Colombia la educación en salud bucal ha ido aumentando en los últimos años, como ha ido aumentando, significa que una persona al menos una vez en la vida ha ido a odontólogo, y el médico le habrá explicado cómo se usa la crema dental”.
<i>Es2</i>	“Si tenemos en cuenta, lo que dijo la invitada con respecto a lo que dijeron los profesores, si yo voy al médico y los doctores no saben diagnosticar la fluorosis”.
<i>Em2</i>	“Pero es que hay que tener en cuenta que no es sólo la crema dental, como lo dijo la odontóloga y los profesores, hay un acumulamiento por diferentes alimentos y que va a causar esa enfermedad, y no es sólo por lavarse mal los dientes, es una acumulación en diferentes alimentos”.
<i>Pr2</i>	“Son muchos los productos que tienen flúor, entonces me parece inútil que la crema dental tenga flúor, si ya hay una fuente de flúor que son varios alimentos, hasta el agua, que también creo que debería eliminarse, entonces hay un exceso de flúor y no sólo afectará los dientes, sino los huesos y el organismo, y la glándula pineal que disminuye significativamente el trabajo cognitivo de los niños”.
<i>T1</i>	“Listo, de una u otra forma ya hemos abordado ya por lo menos las 4 primeras preguntas: ¿Qué impactos tendría el uso de dentífricos con flúor y de origen natural para el mercado? ¿Cómo se ve la problemática hoy en día por el uso en aumento de los productos naturales? ¿Qué papel juega la contaminación ambiental por trazas de flúor? ¿Cuál sería la mejor alternativa que conlleve al cuidado dental, evitando efectos negativos ambientales? ¿Está reglamentado el uso de flúor en dentífricos y la cantidad máxima que debe haber en el ambiente? Entonces, entramos en la última pregunta: ¿Qué propuestas plantea para que se lleve a cabo un consenso y sea benéfico en todos los ámbitos sociales, políticos, económicos y culturales?”

<i>Es2</i>	“Hay que regular la normatividad, porque si, dicen que hay un tope máximo del uso de la crema, pero hay que garantizar que realmente la crema dental se está comercializando con dicha concentración”.
<i>Po2</i>	“Se supone que la parte política, está reglamentada desde el 2009 con la Resolución 412 donde dice que la educación en salud e higiene hace parte de los regímenes contributivos y subsidiados, pero desafortunadamente en nuestro país, uno sólo va al odontólogo cuando le duele algo, esto a partir de una formación cultural, usted debe hacer consultar por prevención y en la EPS hacer el seguimiento y el aprendizaje de cómo usar la crema dental, el enjuague y la seda dental, de hecho a las mamás se les explica cuando lo lleva al médico, hay que entender que uno debe llevar a un niño al odontólogo desde los 6 meses, pero no lo llevan por diferentes creencias culturales y eso pase de nuestra idiosincrasia, acá nos vamos al médico si no estamos enfermos, entonces legalmente está constituido, las EPS u hospital del estado, están capacitados para enseñar a los padres de familia”.
<i>Pr3</i>	“Justamente, en el Colegio donde yo me desempeñé fueron un grupo de empresarios a enseñarles a los estudiantes sobre cómo usar la crema dental y cómo bañarse la boca, las 3 veces al día, el uso del enjuague bucal, entonces ahí están contradiciendo lo que uno está tratando de educar, entonces ¿a quién le creen los niños? Si llega un empresario y dice algo totalmente diferente a lo que uno está enseñando”.
<i>Es3</i>	“Además de eso, se realizó un estudio en Caldas donde evaluaron a 1061 estudiantes en edades tempranas y encontraron que el 63% de los estudiantes se encontraban afectados por la fluorosis, y en conclusión el 7% se encontraban con fluorosis moderadas o graves y para cerrar, era que se presentaba un grado de fluorosis en 2 de 3 estudiantes que había en ese colegio”
<i>Po2</i>	“En definitiva, yo creo que esto es un problema cultural, los papás de cierta manera que tienen un rango de conocimiento, pregunta qué y que no debo hacerle al niño, pero otros niños no se les ocurren los cuidados bucales del niño, digamos en Caldas, ni siquiera hay un CAMI de salud y cuando hacen las brigadas la gente va estrictamente a lo que tienen, pero si hacen una campaña de educación oral la gente no va por qué no lo consideran necesario”.
<i>Es3</i>	“Cuando uno va al odontólogo, le dicen a uno que tiene que ir a revisión cada 6 meses, yo tengo ortodoncia y algunas veces se me olvida o me da pereza ir, entonces es un tema cultural”

<i>T1</i>	“Bueno, entonces logramos identificar varios puntos críticos durante el juego de roles, ya para cerrar, demos una conclusión por actor social”
<i>Es4</i>	“Bueno, ya como conclusión, hay que cuestionarse sobre la verdadera utilidad del enjuague bucal porque si la crema dental ya tiene flúor para que usar otro dentífrico, o simplemente usando uno de los dos, también, y hay que entender que la fluorosis se da en los niños y no en los adultos, y por último, mi mamá se crio en el campo y ellos usaban la ceniza para lavar sus dientes y es muy útil, así que hay diferentes alternativas para tener una buena salud bucal.”
<i>Ci3</i>	“Yo no estoy en contra de los dentífricos, pero hay que darles un buen uso, pero hay que tener cuidado con los enjuagues bucales porque son los que tienen mayor cantidad de flúor en su composición”.
<i>Po3</i>	“La normatividad ya existe y desde el Ministerio de Salud está el componente prevenido donde los entes de salud tienen la obligación de educar a la población para el uso de dentífrico y en el decreto se contempla el flúor en los alimentos, entonces es más un trabajo de educación en el colegio, en la casa y en los entes de salud.
<i>Po1</i>	“Yo quiero hablar de un uso alternativo, es obvio que yo no soy ajeno a usar productos naturales porque puede ser mejor, pero éstos productos son como experimentales, en cambio, si se usan productos comerciales ya se sabe cuáles con las consecuencias y a qué concentraciones, entonces el uso de éstas alternativas puede ser un poco más arriesgado, y hay que educar en todos los ámbitos y para cada persona, entiendo que existen las leyes y que los dentífricos contienen la forma de uso, entonces todo se reduce a educar”
<i>Pr2</i>	“No sé si el tema empresarial sea para opacar un tema político, el flúor es uno de los desechos que se obtiene para la obtención del aluminio, entonces por desinformación se regó el flúor en la comunidad, vendiéndolo como un elemento sano, pero en exceso, puede acarrear diferentes enfermedades, y como dato curioso Hitler le agregaba flúor al agua que tomaban sus enemigos, pues que el flúor tiene un efecto en la glándula pineal y la melatonina, bajando su capacidad cognitiva.
<i>T1</i>	Muchas Gracias.

Elaborado por: Leydi Ordoñez y Carlos Riveros.

10.9. ANEXO 9. Registro Fotográfico de la Implementación.



