

**DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO
CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA:
UNA PROPUESTA CENTRADA EN SUSTENTABILIDAD Y ACTIVIDAD
ARTÍSTICA**

Paola Andrea López Moreno

Proyecto para optar al título de Licenciada en Química

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Bogotá, D.C, Febrero de 2018

**DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO
CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE COMPOSICIÓN QUÍMICA:
UNA PROPUESTA CENTRADA EN SUSTENTABILIDAD Y ACTIVIDAD
ARTÍSTICA**

Paola Andrea López Moreno

Código: 2012215029

Director:

Royman Pérez Miranda

Grupo de investigación: Representaciones y conceptos científicos IREC

Línea de investigación: *Educación en ciencias para la sustentabilidad ambiental
y la apropiación social de la ciencia*

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Bogotá, D.C, Febrero de 2018

Nota de aceptación

Martha Janneth Saavedra Alemán
Evaluadora

Yair Alexander Porras Contreras
Evaluador

Royman Pérez Miranda
Director

Bogotá, 2017

Dedico mi tesis a Dios, a la fuerza que siempre me da y a mi familia que han sido todo mi apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por no soltar mi mano para guiarme en mi camino, por darme la oportunidad de estudiar y ayudarme a crecer como persona.

A mi madre por dar todo por sus hijos, por ser la mejor madre del mundo, ayudarme a levantarme en cada caída y enseñarme la felicidad.

A mi padre por ayudarme con todo su amor, por tener la paciencia que no tiene con nadie más y darme todo lo necesario para mi calidad de vida.

A mi hermano por ser un hombre maravilloso en quien confío, por darme sus mejores consejos y su apoyo incondicional.


A mi hermana por regalarme mis sobrinos que hacen mis días más hermosos, por darme el apoyo emocional con esa alegría y esperanza para seguir mis sueños.

A mi director Royman Pérez Miranda le agradezco especialmente por su paciencia, por todas sus palabras que me guiaron en este primer paso tan grande y su confianza en mí.

A mis maestros y amigos Ricardo Franco y Jaime Casas, quienes son los ángeles que me envió Dios para seguir adelante.

A la profesora Zoraida Llanos por ser también una amiga, por permitir realizar el trabajo de grado con sus estudiantes, ser sincera conmigo y ayudarme con su ejemplo para mi formación como docente.

Y a mí Universidad Pedagógica Nacional por la oportunidad de formarme como docente.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Construyendo la Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 6	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico en la enseñanza del concepto de composición química: una propuesta centrada en sustentabilidad y actividad artística
Autor(a)	López Moreno, Paola Andrea
Director	Pérez Miranda, Royman
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 82p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Clave	ACTIVIDAD ARTÍSTICA, COMPOSICIÓN QUÍMICA, HABILIDAD DE ANÁLISIS, PENSAMIENTO CRÍTICO, SUSTENTABILIDAD.

2. Descripción
<p>En este documento se presenta el trabajo de grado por el cual se opta por el título de Licenciada en Química con el apoyo del Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos – IREC, bajo la línea de investigación <i>Educación en ciencias para la sustentabilidad ambiental y la apropiación social de la ciencia</i>.</p> <p>Entre las líneas de investigación emergentes de la Didáctica de las Ciencias, como disciplina científica conceptual y metodológicamente fundamentada (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) figura la referida a la sustentabilidad y la formación en la escuela. En esta formación contribuye el trabajo que se realiza en el aula relacionado con el pensamiento crítico de los estudiantes en un trabajo del desarrollo sustentable en un escenario propio de la actividad artística. En el caso particular de la didáctica de la química, habría que puntualizar que esta es una de las didácticas específicas cuyos problemas de investigación son los relativos a la</p>

enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina Gallego, Pérez y Franco (2016). En tal sentido, en la enseñanza de las ciencias se busca implementar los avances que fomenten un pensamiento crítico como una filosofía de vida para dar significado a las ideas construidas desde un soporte científico. Las habilidades esenciales del pensamiento crítico requieren una experimentación donde el estudiante categorice, decodifique, exprese, aclare, identifique la cuestión que trabaja, proponga y concluya, entre otras acciones, con el fin de estructurar unos comportamientos que le permitan actuar racional y lógicamente.

Por otra parte, los contaminantes emergentes se han estudiado desde los fármacos, como una de las fuentes contaminantes, por cantidades y composiciones químicas conocidas que influyen en el desarrollo sustentable. En el listado de contaminantes emergentes aparece el cadmio (metal pesado), utilizado en la industria de pinturas que, sin regulación alguna de manejo de los residuos de pinturas, constituyen fuente de los contaminantes emergentes de este elemento. La actividad artística con pinturas juega un papel importante en el desarrollo de un pensamiento crítico de los estudiantes que la practican, si en su ejercicio se le convoca a analizar las consecuencias de este contaminante emergente en la naturaleza. Con este proyecto se pretendió incorporar el análisis químico de pinturas a base de cadmio como ámbito para propiciar experiencias de carácter científico en el desarrollo de actividades escolares cotidianas en relación con la formación y desarrollo de un pensamiento crítico de los estudiantes.

3. Fuentes

Adúriz-Bravo & Izquierdo, (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma.

Alonso F, V. (2013). PINTURAS, BARNICES Y AFINES: Composición, formulación y caracterización. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Amador Bedolla, Carlos. (2013). Sustentabilidad y Educación Química. *Educación química*, 24(2), 182-183.

Aponte Páez, Freddy Alexis; (2007). La sustentabilidad urbana en las ciudades.. *Boletim Goiano de Geografía*, Enero-Junio, 11-33.

Barcélo, D., & López de Alda, M. J. (s.f.). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. *PANEL CIENTÍFICO-TÉCNICO DE SEGUIMIENTO DE LA POLÍTICA DE AGUAS*, 12-18.

Bono Santos, E. (2011). La calidad de los aprendizajes en la enseñanza secundaria. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 15

(2), 345-356.

Cachapuz, Antonio Francisco; (2007). Arte y ciencia: ¿qué papel juegan en la educación en ciencias? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, abril, 287-294.

Cancela, R; Cea, N; Galindo, G; & Valilla, S. (2010). Metodología de la investigación educativa: Investigación es post facto. Universidad Autónoma de Madrid.

Causado Escobar, R; Santos Carrasco, B; & Calderon Salas, I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin, 4(2), 17 a 42.

Daly H. (2002). Desarrollo sustentable. Aportes,7.(1), 1 a 22.

Di Mauro, María Florencia; Furman, Melina; Bravo, Bettina; (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Diciembre, 1-11.

Facione P. (2007). Pensamiento Crítico: ¿Qué es y porque es importante? Eduteka

Fargas, Joaquín; (2008). EL ENCUENTRO DEL ARTE, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. Razón y Palabra, noviembre-diciembre.

FONSECA, Ma, AGUADED J. (2007) "Enseñar en la universidad. Experiencias y propuestas de docencia universitaria" La Coruña: Netbiblo

Gallego Badillo, Pérez Miranda y Franco Moreno. (2016). Lecturas en didáctica de la química. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

García-Gómez, C., & Gortáres-Moroyoqui, P., & Drogui, P. (2011). Contaminantes emergentes: efectos y tratamientos de remoción. Química Viva, 10 (2), 96-105.

GIMENO SACRISTÁN, J. (1986) La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia, Madrid, Morata.

Gil, Miriam Janet, Soto, Adriana María, Usma, Jorge Iván, & Gutiérrez, Omar Darío. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. Producción + Limpia, 7(2), 52-73.

Joselevich, M. (2011). La química está en todos lados: ¿también en la pintura?. Química Viva, 10 (3), 253-266.

Klimovsky, Gregorio (1994). Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. Buenos Aires, A-Z editora. Capítulo 1.

Krumm, Gabriela, Lemos, Viviana, Actividades artísticas y creatividad en niños escolarizados argentinos. International Journal of Psychological Research [en línea] 2012, 5 (Sin mes)

Martínez, K; Souza,V; Bucio, L; Gomez, L; & Gutierrez, M. (2013). Cadmio: efectos sobre la salud. Respuesta celular y molecular. Acta Toxicol. Argent. 21 (1): 33-49

Obaya. A. y Ponce R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza-aprendizaje en el área de Químico-Biológicas. Revista Contactos. Escuela Normal Superior de Maestros. México. Pág. 19–25

Peña Campos, Mario Alberto, Trejo Pérez, Romina, ACTIVIDADES ARTÍSTICAS COMO ESTRATEGIA PARA LA E-A DE MATEMÁTICAS EN PRIMARIA. International Journal of Developmental and Educational Psychology

Pérez García, P., & Azcona Cruz, M. (2012). Los efectos del cadmio en la salud. Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas, 17 (3), 199-205.

Pérez, María Emilia, Manuel Ruiz, Diego, Schneider, Marcela, Autino, Juan Carlos, & Romanelli, Gustavo. (2013). La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas. *Ciencia en Desarrollo*

Piñón Gaytán, Francisco; (1999). Ciencia y arte (Una reflexión histórico filosófica). Signos Filosóficos, julio-diciembre, 57-79.

Rodríguez Jiménez, Andrés; Comendeiro Torres, Irene; Pérez Torres, Wilmaris; (2009). Caracterización de habilidades científico-investigativas en un colectivo de profesores de Química. Panorama Cuba y Salud, Enero-Abril, 47-55.

Santiago, I.. (2003). Contaminación por agentes químicos. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 26(Supl. 1), 181-190.

Tamayo A., O., & Zona, R., & Loaiza Z., Y. (2015). EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN. ALGUNAS CATEGORÍAS CENTRALES EN SU ESTUDIO. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), 11 (2), 111-133.

Tamayo A, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. Revista TED. N° 36. pp25-46

Zea Claudia. (2000). Informática y escuela: enfoque global. Fondo editorial Universidad EAFIT. Medellín.

Zuñiga Francisco. (1999) *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados* Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, México.

4. Contenidos

El documento presenta la introducción y la justificación para la fundamentación de la realización del trabajo de grado en la importancia del desarrollo del pensamiento crítico para la formación científica y la relación de la sustentabilidad con la enseñanza del concepto de composición química, seguido, está el planteamiento del problema junto con los objetivos a trabajar, continuo se encuentran los antecedentes, marco referencial y metodología como la estructura del trabajo de grado. Siendo los resultados y análisis, discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones los últimos contenidos que concluye el desarrollo y respuesta al problema trabajado.

5. Metodología

La metodología que presenta el documento es de tipo cualitativo de carácter exploratorio y descriptivo de investigación aplicada. Con este tipo de investigación se pretende identificar y caracterizar la habilidad de análisis del pensamiento crítico al intervenir a los estudiantes del grado octavo del Colegio Gabriel Betancourt Mejía, con la estrategia didáctica de la enseñanza del concepto de composición química centrada en la relación sustentabilidad y actividad artística.

6. Conclusiones

Los resultados de esta investigación permiten afirmar que:

El trabajo implementado como estrategia didáctica sobre composición química centrado en sustentabilidad y actividad artística, propició un nivel diferente del desarrollo de la habilidad de análisis crítico en los estudiantes. Esos resultados evidencian una diferencia entre los grupos 1 y 2 con los que se trabajó la estrategia frente al grupo control 0.

El trabajo en el aula basado en la estrategia didáctica sobre composición química mediante resolución de problemas permitió relacionar las áreas de ciencias y de artes, desde la perspectiva de la relación sustentabilidad ambiental y la actividad artística

La habilidad de análisis de pensamiento crítico fue caracterizada en tres tipos de acciones y perspectivas que incluyeron: Relación entre la actividad artística y sustentabilidad, solución de problemas y argumentación frente a los conceptos científicos.

El diseño e implementación de la estrategia didáctica permitió promover la

habilidad de análisis del pensamiento crítico desde la articulación de la sustentabilidad y la actividad artística en los grupos objetivo.

Los resultados finales arrojados por los grupos muestran que el grupo 0 no manifiesta la habilidad de análisis del pensamiento crítico. Con el grupo 2 se logró una identificación y caracterización de la habilidad de análisis con un mayor nivel que con el grupo 1. Con ello se podría afirmar que en parte la estrategia propició cambios en esta habilidad en los estudiantes. El grupo 1 manifiestan alguna habilidad de análisis (nivel 2) más no su integración a su actuación y relación con el ámbito. El grupo 2 se aproxima a un nivel 3 dadas las manifestaciones de su progreso en relación con su actuación frente a problemas ambientales (manejo de residuos de pinturas en la actividad artística)

La diferencia entre de los grupos experimentales fue marcada particularmente en los planos relacionados con la argumentación, la extensión del lenguaje y la formulación de estrategias de solución a problemáticas de corte ambiental.

Elaborado por:	Paola Andrea López Moreno
Revisado por:	Royman Pérez Miranda

Fecha de elaboración del Resumen:	6	2	2018
--	----------	----------	-------------

CONTENIDO		Pág.
INTRODUCCIÓN		15
1.	JUSTIFICACIÓN	16
2.	PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
3.	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo General	18
3.2.	Objetivos específicos	18
4.	ANTECEDENTES	19
4.1.	Del pensamiento critico	19
4.2.	De composición química y sustentabilidad	20
4.3.	De contaminantes emergentes	22
4.4	De actividad artística	22
5.	MARCO REFERENCIAL	24
5.1.	Sobre Pensamiento crítico	24
5.2.	Enfoque de la Sustentabilidad	28
5.3.	Actividad artística	28
5.4.	Contaminantes emergentes	29
5.5.	Composición química de las pinturas	30
5.1.1.	Pedagogía y Didáctica de las Ciencias	31
5.1.1.1	Enseñanza-Aprendizaje	31
5.1.1.2	Pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias	32
6	METODOLOGÍA	35
6.1.	De la Investigación	35
6.2.	Del Diseño	36

6.3.	De Grupos Participantes	37
7.	RESULTADOS	38
7.1.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
7.2.	Estrategia Didáctica	39
7.3.	Criterios de análisis de los resultados	42
7.4.	Tratamiento de los resultados	46
7.4.1.	Resultados de la investigación – Grupo 0	46
7.4.2.	Resultados de la investigación – Grupo 1	48
7.4.3.	Resultados de la investigación – Grupo 2	50
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
8.1.	Criterio: Inferir (Instrumento 1 – Pregunta 5 del instrumento 2)	54
8.2.	Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC (Instrumento 2)	55
8.3.	Categorización de la habilidad de análisis del PC	59
8.4.	Observación	61
9.	CONCLUSIONES	62
10.	RECOMENDACIONES	63
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXOS	67

Lista de tablas

Tabla 1.	Adaptación de las capacidades del PC que pueden desarrollar los estudiantes (Paul y Elder, 2005) <i>Fundación para el Pensamiento Crítico</i>	25
Tabla 2.	Habilidades esenciales del pensamiento crítico, (Facione, 2007).	26
Tabla 3.	Criterios para el desarrollo de la habilidad esencial de análisis del PC, según (Facione, 2007)	26
Tabla 4.	Aspectos centrales del Pensamiento crítico. (Tamayo 2014)	27
Tabla 5.	Contenidos de la estrategia didáctica. Fuente: Autora	39
Tabla 6.	Actividades de la estrategia didáctica	41
Tabla 7.	Criterios de análisis del instrumento 2: <i>caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico</i> a partir de Facione (2007)	44
Tabla 8.	Tendencias de respuestas del grupo 0 del instrumento de caracterización de la habilidad de análisis.	46
Tabla 9.	Tendencias de respuestas del grupo 1 al instrumento 1: Pensamientos acerca de ambiente, contaminación y composición química.	48
Tabla 10.	Tendencias de respuestas del grupo 1 al instrumento 2 de caracterización de la habilidad de análisis.	49
Tabla 11.	Tendencias de respuestas del grupo 2 al instrumento 1: Pensamientos acerca de ambiente, contaminación y composición química.	51
Tabla 12.	Tendencias de respuestas del grupo 1 al instrumento 2 de caracterización de la habilidad de análisis.	52
Tabla 13.	Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 0	55
Tabla 14.	Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 1	56
Tabla 15.	Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 2	57

Tabla de Anexos

Anexo 1.	Estrategia Didáctica	67
Anexo 2.	Presentación de la estrategia didáctica	81
Anexo 3.	Fotos proyecto “arte y ciencia”	83
Anexo 4.	Vitrales	85
Anexo 5.	Mapa mental de la estrategia didáctica	86
Anexo 6.	Aplicación instrumento 2 de la estrategia didáctica	87

INTRODUCCIÓN

Entre las líneas de investigación emergentes de la Didáctica de las Ciencias, como disciplina científica conceptual y metodológicamente fundamentada (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) figura la referida a la sustentabilidad y la formación en la escuela. En esta formación contribuye el trabajo que se realiza en el aula relacionado con el pensamiento crítico de los estudiantes en un trabajo del desarrollo sustentable en un escenario propio de la actividad artística. En el caso particular de la didáctica de la química, habría que puntualizar que esta es una de las didácticas específicas cuyos problemas de investigación son los relativos a la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina (Gallego, Pérez, Franco, 2016). En tal sentido, en la enseñanza de las ciencias se busca implementar los avances que fomenten un pensamiento crítico como una filosofía de vida para dar significado a las ideas construidas desde un soporte científico. Las habilidades esenciales del pensamiento crítico requieren una experimentación donde el estudiante categorice, decodifique, exprese, aclare, identifique la cuestión que trabaja, proponga y concluya, entre otras acciones, con el fin de estructurar unos comportamientos que le permitan actuar racional y lógicamente.

Por otra parte, los contaminantes emergentes se han estudiado desde los fármacos, como una de las fuentes contaminantes, por cantidades y composiciones químicas conocidas que influyen en el desarrollo sustentable. En el listado de contaminantes emergentes aparece el cadmio (metal pesado), utilizado en la industria de pinturas que, sin regulación alguna de manejo de los residuos de pinturas, constituyen fuente de los contaminantes emergentes de este elemento. La actividad artística con pinturas juega un papel importante en el desarrollo de un pensamiento crítico de los estudiantes que la practican, si en su ejercicio se le convoca a analizar las consecuencias de este contaminante emergente en la naturaleza. Con este proyecto se pretendió incorporar el análisis químico de pinturas a base de cadmio como ámbito para propiciar experiencias de carácter científico en el desarrollo de actividades escolares cotidianas en relación con la formación y desarrollo de un pensamiento crítico de los estudiantes.

1. JUSTIFICACIÓN

El diseño y desarrollo de estrategias de enseñanza de las ciencias para estudiantes de educación media, en la Práctica Pedagógica y Didáctica desarrollada en una institución oficial en educación básica, con el proyecto de aula “Arte y Ciencia” de las profesoras de ciencias y artes, hacen evidentes factores que limitan el desarrollo de un pensamiento crítico. Una caracterización de estos factores, para el desarrollo de habilidades esenciales del pensamiento crítico para dichos estudiantes, permite una acción racional y lógica frente a su discurso y conocimiento científico. A partir de lo anterior, el proyecto de investigación plantea, desde el plan curricular, la composición química como prioridad de enseñanza reflejada en la sustentabilidad y actividad artística. Se tomó el elemento cadmio, componente de algunas pinturas y contaminante calificado como emergente por su pequeña cantidad no regulada desde los residuos de pinturas, para la elaboración de la estrategia didáctica.

Por otro lado, una formación científica demanda de parte de los estudiantes, un pensamiento crítico. Las habilidades de este tipo de pensamiento se propician en la experimentación y la formulación de preguntas que generan en los estudiantes una manera de ver la vida, hábitos que permiten acudir a la racionalidad y a la lógica ante problemas que han de enfrentar. El problema ambiental que implican los contaminantes emergentes demanda comprensión de sus alcances y soluciones con base en un análisis crítico factible a través del desarrollo de habilidades de representación e interpretación científica de la situación. Un problema didáctico, cuya alternativa de solución es el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico para estudiantes de educación media y cuyos resultados se muestran en este informe, hace aportes encaminados al dominio específico en la didáctica de las ciencias, sobre la enseñanza de la composición química en general y de las pinturas en especial, desde la perspectiva del desarrollo sustentable y actividades artísticas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El profesor tiene una labor importante de enlazar los fundamentos disciplinares, pedagógicos y didácticos, con la finalidad de tener procesos de enseñanza_ aprendizaje, que permitan al estudiante desarrollar diferentes habilidades según la metodología empleada. Uno de los problemas para desarrollar el pensamiento científico en los estudiantes de educación básica secundaria, se encuentra sumergido en el pensamiento crítico, pensamiento que les permite desarrollar principalmente la habilidad de analizar, para lograr el dominio del aprendizaje de las ciencias y de cierta manera interpretar la vida en un actuar racional y lógicamente. Esta habilidad requiere experimentar, indagar y cuestionar, y en tal sentido, cuando los estudiantes no realizan estas operaciones, centradas en las ciencias, se podría afirmar que no se conoce su nivel de pensamiento crítico, pero, al actuar ante una problemática ambiental, como lo son los contaminantes emergentes, en la búsqueda de la sustentabilidad, se requiere de este pensamiento crítico como cultura en los estudiantes y fundamento en las alternativas de solución a las problemáticas ambientales; las actividades artísticas al momento de generar residuos no siguen ninguna regulación como tampoco conciencia de la afectación ambiental y lo que permite entender, si causa alguna contaminación emergente, es desde su composición química y el comportamiento como residuo, en general se tiene conciencia de que algunos productos químicos causan contaminación, pero, cuando se entiende su comportamiento y desde el pensamiento crítico se buscan acciones, se puede lograr la sustentabilidad.

Desde esta problemática surge la siguiente pregunta que orientó el desarrollo del trabajo de investigación:

¿Propicia un trabajo en el aula sobre composición química en la perspectiva de la relación sustentabilidad y actividad artística, el desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico en estudiantes de Educación Básica, grado octavo?

3. OBJETIVOS

Para la investigación se formularon los siguientes objetivos:

3.1. General

Identificar y caracterizar el desarrollo de la habilidad de análisis de pensamiento crítico, en estudiantes de Educación Básica, grado octavo, que propicia un trabajo en el aula sobre composición química en la perspectiva de la relación sustentabilidad y actividad artística.

3.2. Específicos

- Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de composición química, en la perspectiva de la relación de la sustentabilidad y actividad artística, que favorezca la habilidad de análisis del pensamiento crítico en estudiantes de grado octavo de educación básica.
- Identificar y caracterizar el estado de desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico de los estudiantes, al finalizar la estrategia didáctica.
- Analizar y categorizar las diferencias entre tres grupos poblacionales del estado de desarrollo de la habilidad de análisis para el pensamiento crítico de los estudiantes.

4. ANTECEDENTES

La literatura revisada como antecedente al problema de la investigación es:

4.1. *Del Pensamiento crítico*

Describir el estado de desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias en un grupo de estudiantes de educación media, fue el objetivo de Causado, Santos y Calderón, (2015) en su investigación *Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria*, mediante un diseño cualitativo de entrevista semiestructurada y observaciones para recolección de datos, con matrices de análisis como instrumentos. La población fue tomada de diferentes cursos para una totalidad de 12 estudiantes y 2 docentes de ciencias, de la institución y concluyen que sostiene el desarrollo de pensamiento crítico de la población en estudio es precario, dado que muestran dificultades para expresar sus pensamientos. Destacan que en la institución donde se realizó la investigación tiene como compromiso el desarrollo de ese pensamiento y no hay una práctica concreta que lo haga cumplir. Así mismo concluye que los docentes no precisan el pensar críticamente y como desarrollarlo pedagógicamente.

En este trabajo se muestran los instrumentos de indagación sobre el pensamiento crítico, bastantes amplios, es decir que incluyen todas las habilidades y características a evaluar, donde se clasifican a partir de diferentes competencias de la población sin ninguna intervención en su enseñanza-aprendizaje, por lo que es necesario proponer estrategias que permitan tanto a profesores como a estudiantes la metodología del desarrollo del pensamiento crítico o un acercamiento a este.

El desarrollo de habilidades científicas en la escuela es fundamental para la formación científica, como lo plantean Di Mauro, Furman y Bravo (2015) con su estudio de *Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año*, cuyo objetivo fue el de hacer un diagnóstico de las habilidades de diseño experimental e interpretación de resultados, que tenían los estudiantes de cuarto año en la ciudad de Mar de Plata, Argentina. Llegan a la conclusión, que para estos estudiantes es más factible el desarrollo de la habilidad de interpretación de datos que la habilidad de diseño experimental, los estudiantes toman teorías personales para resolver problemas o dar cuenta del mismo; esta información es fundamental para seleccionar diseños de estrategias

didácticas para propiciar el desarrollo de habilidades científicas en ese nivel de educación.

La investigación hace explícita la importancia de la enseñanza de habilidades en la escuela y parte fundamental para el desarrollo del pensamiento científico, el trabajo que se deben realizar estrategias didácticas que puedan dar paso al desarrollo de estas, siendo la propuesta de este trabajo como una de esas alternativas desde un problema ambiental y la motivación dentro del aula.

Evaluar el PC es complejo, dado que implica evaluar el estado de las habilidades y procesos mentales que permiten el desarrollo de este, donde se han diseñado diferentes instrumentos cuantitativos y cualitativos, unos para un numeroso grupo de personas y otros para grupos pequeños, en los que se analizan todos los comportamientos, de otra manera, esta evaluación se puede realizar con estrategias como observación directa, cuestionario, discusión y entre otros. (Calle, 2013). La investigación se realizó en Medellín, con 32 estudiantes de grado once, entre 16 y 19 años de edad, con el objetivo de evaluar las habilidades del pensamiento crítico asociadas a la escritura de textos digitales. Se implementaron dos procesos, uno de observación y otro de aplicación al inicio y final de la producción de textos digitales. Se concluye que las pruebas estandarizadas que existen, en su gran mayoría no han sido adaptadas al contexto latinoamericano, donde se establece las estrategias desarrolladas como un seguimiento, pero no una escala de medición.

El PC también es visto como una competencia con una ruptura en lo conceptual y metodológico frente a los instrumentos de medición. La revisión sistemática de los instrumentos para medir el PC generó una discusión sobre la comprensión y valoración de los aspectos que componen esta habilidad, en el estudio elaborado por Ossa, y otros, (2017), en bases de datos, seleccionando 31 estudios de 97 encontrados, obteniendo como resultados las divergencias al definir y evaluar el PC, con la variedad de estudios. Es por esto, que no se establece puntualmente los instrumentos de evaluación para las habilidades que lo competen.

4.2. De composición química y sustentabilidad

En la contextualización de los contenidos de química para estudiantes y docentes de educación media, Joselevich (2011), hace una recopilación histórico-epistemológica de materiales utilizados en algunos ejemplos en su trabajo *La química está en todos lados: ¿también en la pintura?* desde pigmentos hasta productos sintéticos modernos. Esta recopilación se toma como punto de partida

para formular lo correspondiente para la investigación en la construcción de la estrategia didáctica como soporte fundamental para la comprensión por parte de los estudiantes que formaron parte de la población participante.

Por otro lado, la contextualización de la composición química de las pinturas desde la perspectiva de sus implicaciones en el ambiente y en relación con la sustentabilidad, Pérez y Azcona (2012), dan cuenta de los efectos del cadmio en este ámbito y su efecto en la salud de la población. Para ello se apoyan en los parámetros expresados por la Agencia Estadounidense para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, impulsando la educación en la salud con el fin de alertar sobre este elemento como contaminante emergente y sus consecuencias en la sustentabilidad.

En Química verde se propone alternativas de solución para la sustentabilidad, como es el caso de Pérez y otros, (2013) en *La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas* en el que dimensionan los problemas ambientales a causa del uso masivo de plaguicidas sintéticos en la agricultura, que atentan contra la salud humana y el ambiente. Formulan procesos que reducen al mínimo los residuos con los que se eliminan los tratamientos posteriores que se realizan para disminuir los daños ambientales producidos por esta industria.

Sobre la sustentabilidad en relación con química y educación en química, Bedolla (2013) sostiene que, para promover la sustentabilidad, se requiere de la enseñanza de las ciencias y en particular de la química, destaca igualmente, los esfuerzos de la academia en investigación sobre sustentabilidad y sus aplicaciones a los procesos químicos industriales, donde se debe reconocer la necesidad de la transformación de la enseñanza de la química según los avances científicos y tecnológicos.

En relación con metales pesados y en especial sobre el cadmio en compuestos, para la elaboración de pinturas (amarillas) utilizadas en actividades artísticas de una institución educativa, constituye un ámbito propicio para investigar alternativas en la educación en ciencias (química) sobre la sustentabilidad en atención de lo afirmado por Bedolla (2013) en los inicios de esa educación desde el pensamiento crítico.

4.3. De contaminantes emergentes

Los contaminantes emergentes no se han trabajado desde las pinturas, pero, desde la composición química de estas se puede inferir su actividad como residuo contaminante en el agua y la alarma de su presencia (en este caso del cadmio)

para la salud y el ambiente. Es por esto que el trabajo de (Gómez, Moroyoqui y Drogui, 2011) *Contaminantes emergente: efectos y tratamientos de remoción* tiene una connotación importante para este trabajo de investigación dado que revisa los efectos que generan estos contaminantes y sus tratamientos para removerlos del agua, una solución como conclusión. Por lo que se toma el Cadmio presente en los residuos de las pinturas expuesto en el medio acuático después de una actividad artística.

Se ha determinado una lista de elementos como contaminantes emergentes en las fuentes hídricas, el Cadmio (metal pesado) es uno de esos elementos, éste se encuentra presente en algunos de los residuos de las pinturas (amarillas) expuestos en el medio acuático después de una actividad artística. Barceló y López, (s.f.)

Las investigaciones de los contaminantes emergentes se centran en buscar tratamientos de remoción y explicar sus efectos en la salud, tienen diferente composición química, y son encontrados en cantidades mínimas, en varias ocasiones sin saber su origen Gil y otros (2012), realizan una revisión de los principales contaminantes emergentes en pesticidas, compuestos de “estilos de vida”, fármacos, aseo personal y otros, para determinar el origen, uso, efectos nocivos y tratamientos. Como conclusión, plantean que los diferentes tipos de tratamientos se deben combinar para obtener mejores resultados.

4.4. De actividad artística

En el proceso de enseñanza aprendizaje (EA) de las ciencias, se utilizan las actividades artísticas buscando un interés en los estudiantes por aprender, para aplicar sus conocimientos en la vida cotidiana, es por esto que el docente tiene una labor con la elaboración y aplicación de estrategias metodológicas que permitan orientar este proceso que pueda aportar un aprendizaje significativo en los estudiantes, sin embargo, los docentes con su carga académica, distribución del tiempo y labores administrativas no les permite abarcar en su totalidad las metodologías planeadas. La psicología educativa interviene en el aprendizaje, Peña y Trejo (2014), realizan una investigación en México del “*efecto de actividades artísticas como estrategia en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en niños de 5° año de educación primaria*”, donde busca inculcarles a los estudiantes una satisfacción por aprender matemáticas, supliendo la necesidad de una nueva estrategia de motivación que produzca resultados de EA en matemáticas. El enfoque de esta investigación es multimodal, que cuenta con dos etapas para analizar y verificar las variables.

La población fue de cuarenta estudiantes entre 10 y 11 años de edad, de 5° de educación primaria en la Escuela Primaria Nicolás Flores, formando dos grupos al azar, en donde se acopló el aula con diversos materiales didácticos. Se aplicaron un test diagnóstico, actividades artísticas y por último un re test, concluyendo que se obtuvieron resultados altamente positivos, dado que los alumnos mostraron actitud positiva y entusiasta hacia las matemáticas, de manera relajada y tranquila con el resto de sus clases.

Por otra parte, en Argentina el trabajo de Krumm y Lemos en el 2012 "*Actividades artísticas y creatividad en niños escolarizados argentinos*" utilizan las actividades artísticas como influencia en la creatividad, siendo el arte quien le permite al estudiante su desarrollo humano, dado que estimula la imaginación y el potencial creativo. "*Sin aprendizaje no hay creatividad*" (Ros, 2009) se pretendió evaluar si estas actividades influyen en la creatividad de 301 estudiantes entre 8 y 14 años de edad, de diferentes instituciones privadas y públicas, donde se pidió autorización en los colegios y padres para realizar la investigación, con diferentes técnicas en los que se realizó un análisis multivariado de variancia (ANOVA) y una prueba *t* para muestras independientes. Como conclusión los estudiantes que realizaban actividades artísticas presentaron puntajes más altos en creatividad gráfica.

Estas investigaciones demuestran que las actividades artísticas frente a la educación tienen un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje y el desarrollo de habilidades, donde permiten las relaciones sociales. Por otro lado, de estas investigaciones no se presenta el proceso de desecho de los materiales que implican dichas actividades, donde se podría afirmar que existe un límite entre la cotidianidad y el conocimiento científico, de las acciones que permiten evidenciar el desarrollo del pensamiento crítico.

5. MARCO REFERENCIAL

Los principios teóricos desde los cuales se le da sentido y se hace aparecer el problema objeto de investigación en este proyecto, se enuncian a continuación.

5.1.1. Sobre Pensamiento Crítico

Existe una relación entre pensamiento crítico (PC), aprendizaje y educación, en donde se ubica el PC como el centro de toda instrucción, donde se tienen diversas concepciones sobre el PC. *“El pensamiento crítico es el proceso de analizar y valorar el pensamiento con el propósito de mejorarlo... presupone o demanda conocer las estructuras más básicas del pensamiento...”* (Paul y Elder, 2004). Las habilidades para el desarrollo del PC tienen por objeto determinar las características de la mente, desde diferentes áreas del conocimiento, para que los estudiantes aprendan a razonar. Entender el concepto del PC, no implica que es llevado como un compromiso e implementado, dado que es un trabajo intelectual, apropiando las ideas.

“La única capacidad que podemos usar para aprender, es el pensamiento humano” “Los estudiantes necesitan aprender a pensar críticamente para poder aprender en cada nivel educativo” (Paul y Elder, 2005)

El PC deja el aprendizaje memorístico en un segundo plano, implementando en primer plano el aprendizaje significativo Paul y Elder (2005), llevando a que el estudiante piense lo que se entiende del significado de un concepto, es decir que no repite el significado de un concepto, si no que, por el contrario, relacione el significado de tal manera que pueda opinar con criterio. Por lo que mediante el PC se puede adquirir conocimiento y desarrollar habilidades, para aprender diferentes contenidos y pensar analíticamente y evolutivamente y así formar estudiantes eficaces, razonables y actuando en beneficio del bien público, dado que la educación vista desde cualquier punto de vista altera y remodela la mente del estudiante.

El PC planteado por Facione (2007), otorga una cobertura global a su significado en las formas de sentir y actuar de un sujeto. Una decisión en el ámbito cotidiano demanda, de quien la toma, habilidades cognitivas mínimas que se configuran y desarrollan mediante actividades relacionadas con escuchar, categorizar, decodificar, expresar, cuestionar, concluir, proponer y demás, que lo convocan, con esa actuación, a asumir sus consecuencias como una forma de vida racional y lógicamente, en su relación social y con su entorno.

Las definiciones que definen el PC difieren dependiendo de las investigaciones realizadas y perspectivas, valorándolo como acciones con razonamiento, Almeida y Rodríguez (2011), siendo la herramienta que permite almacenar una cantidad de información junto a situaciones cotidianas, donde se debe combinar conocimiento, experiencia y habilidades. Tradicionalmente se define como “*un pensamiento lógico y científico en el que se debe reflexionar y filosofar*” (López, 2012).

Así como Facione (2007) establece habilidades para desarrollar el PC, Paul y Elder (2003) establece un conjunto de habilidades intelectuales, aptitudes y disposiciones, que le permite al estudiante contextualizar en diferentes disciplinas y grados escolares, para desarrollar las siguientes capacidades:

Tabla 1. Adaptación de las capacidades del PC que pueden desarrollar los estudiantes (Paul y Elder, 2005) *Fundación para el Pensamiento Crítico*

CAPACIDAD	DESCRIPCIÓN
Planteamiento de preguntas y problemas	Formulando de manera clara y precisa
Evaluar información relevante	Usando ideas e interpretarlas de manera imparcial
Concluir y plantear soluciones	De manera razonada y comparando con criterio
Pensamiento alternativo	Reconociendo y evaluando de acuerdo a sus necesidades
Comunicación	Con la finalidad de solucionar problemas

Las capacidades de la tabla 1, tienen el compromiso de dejar de lado las tendencias egocéntricas y sociocéntricas que se tienen por naturaleza. Esta Fundación espera que todos los estudiantes de cualquier grado escolar demuestren ante sus actos cotidianos las capacidades del PC en diferentes niveles de destreza con distintas disciplinas, manifestando en todas las dimensiones y modalidades de aprendizaje; es decir que relaciona la enseñanza aprendizaje con la cotidianidad.

La Fundación encamina el PC hacia la educación, en donde el papel del docente se centra en los fundamentos que le permite enseñarlo con éxito, proponiendo una guía para pensar críticamente para promover una visión global sensata, racional y de lógica múltiple. Para enseñar el PC el docente debe tener claro el concepto, pero, para Paul y Elder (2005) existen investigaciones que demuestran que el docente no tiene claro el concepto.

Facione (2007), propone las habilidades esenciales de análisis, interpretación, autorregulación, evaluación, explicación e inferencia que en su investigación con el consenso del panel nacional de expertos define cada una, en la que se puede leer indirectamente la habilidad de análisis se encuentra inmersa en las otras:

Tabla 2. Habilidades esenciales del pensamiento crítico, (Facione, 2007).

Habilidad	Definición
Análisis	Identificar inferencias propuestas versus la real, generar preguntas, conceptos, descripciones para expresar su conocimiento por medio de experiencias, razones, información u opinión.
Interpretación	Comprender y expresar a partir de casos particulares, donde debe categorizar, decodificación del significado y aclaración del sentido.
Autorregulación	Retroalimentar una actividad realizada autónomamente, aplicando la habilidad de análisis y evaluación.
Inferencia	Identificar desde el análisis que le permita concluir razonablemente, realizar hipótesis y sacar las posibles consecuencias.
Explicación	Capaz de sustentar los resultados del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente.
Evaluación	Es una valoración a la credibilidad desde el análisis que permitan evidenciar la opinión de una persona.

Para este trabajo de investigación el desarrollo de pensamiento crítico se trabaja a partir de las habilidades esenciales de Facione (2007), donde se ha determinado la habilidad esencial de análisis para el desarrollo del PC en los estudiantes del grado octavo, por su implicación indirecta en cada una de las habilidades esenciales, generando así la habilidad con mayor implicación en el PC:

Tabla 3. Criterios para el desarrollo de la habilidad esencial de análisis del PC, según (Facione, 2007):

HABILIDAD ESENCIAL DE PC	CRITERIOS
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio • Identificar inferencias propuesta y la real. • Opinar • Concluir • Cuestionar • Proponer

El análisis es una habilidad esencial dentro del PC que implica su desarrollo para interpretar, evaluar, inferir, explicar y autorregular, dado que en cada una de estas habilidades se requiere de un análisis para poder desarrollarlas, un ejemplo clave es evaluar, que si no se analiza lo que se quiere evaluar no se puede llevar a cabo el objetivo de evaluación, dado esto se interpreta el análisis como la habilidad fundamental para el desarrollo de las habilidades esenciales y así mismo llevar al desarrollo del PC.

Por otro lado Tamayo (2014), propone desde la didáctica de las ciencias, como papel fundamental el desarrollo del pensamiento crítico en la educación, profundizando en tres dimensiones: solución de problemas, argumentación y metacognición; desligando este desarrollo de los estándares ya planteados para el aula de clase, posicionando estas dimensiones como habilidades relacionándolas con las actividades, valores e intereses de los estudiantes; caracterizando al estudiante con un aprendizaje activo, es decir, una participación constante en su proceso de aprendizaje.

La siguiente tabla presenta los temas centrales para trabajar y desarrollar el pensamiento crítico, según Tamayo (2014):

Tabla 4. Aspectos centrales del Pensamiento crítico. (Tamayo 2014)

Aspectos Centrales	Descripción
Estructura cognitiva	Historia, experiencias y pensamiento del sujeto
Relaciones CTSA	Fomento de relaciones de ciencia, tecnología, sociedad, ambiente y su desarrollo.
Conocimiento científico	Estrategias enseñanza-aprendizaje y funcionamiento desde el contexto.
Enseñanza aprendizaje	Identificar procesos concientes y autorregulados del aprendizaje, para comprender como aprende el sujeto, con la finalidad de enseñar.
Reconocimiento de la escuela	El acceso al conocimiento científico donde permita construir y reconstruir este conocimiento.

La formación de pensamiento crítico en estudiantes es uno de los propósitos centrales de la educación independiente de su disciplina, por lo que es necesario identificar las categorías que lo constituyen y así mismo poder orientar las acciones que conllevan la formación de pensadores críticos, es por esto que Tamayo, Zona y Loaiza (2015), desde su trabajo *El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio* proponen solución de problemas en la formación del pensamiento crítico, desde la enseñanza de las ciencias debe aportar a la apropiación crítica del conocimiento científico, dado que el propósito central de esta es la formación de PC.

De Tamayo (2015), se toma de su propuesta, los temas centrales para el desarrollo del PC, el conocimiento científico como eje fundamental del objetivo y el reconocimiento de la escuela, como implementación en la estrategia didáctica sobre la composición química de las pinturas, enfocado en la sustentabilidad y actividad artística.

5.1.2. Enfoque de la Sustentabilidad

En la construcción del concepto de sustentabilidad, Daly (2002) señala que debería buscar purificarse de la contaminación así misma, adquirir nuevos conocimientos para una mejora ambiental, hacer sus procesos productivos más eficientes, donde la ciencia puede aportar desde el conocimiento científico las alternativas de solución para una mejora ambiental.

El concepto de sustentabilidad para este trabajo se establece como la estabilidad entre lo social, la economía y lo ambiental, como lo propone Aponte (2007), que cumple con generar una mejor calidad de vida de manera colectiva en proyección a futuro. Para la OMS (Organización Mundial de la Salud) se entiende como calidad de vida, la percepción del individuo de su situación en la vida dentro del contexto cultural y de los valores en que vive, en relación con sus objetivos, expectativas, valores e intereses, para un mejor futuro. Por lo que debe buscarse un objetivo en común para trabajar en conjunto el equilibrio que se quiere establecer.

La sustentabilidad puede ser trabajada y discutida desde diferentes puntos de vista, como por ejemplo, la educación ambiental o el desarrollo sustentable, pero este trabajo se basa en la postura de Aponte (2007) que para la construcción de la sustentabilidad se centra en la equidad con generaciones actuales y futuras, con un aprendizaje significativo en cada dimensión a trabajar (social, ambiental y económico), desde el conocimiento científico, que interfiere la enseñanza en química y biología.

5.1.3. Actividad artística

Se posiciona el arte como una manera de interpretar el mundo desde la fenomenología del espíritu por Hegel (1989), adquiriendo un enlace con la ciencia al paso de nuevas técnicas que incluyen un conocimiento científico, para presentar diferentes interpretaciones y significados, siendo el artista quien de explicación de su obra de arte.

La actividad artística es la representación del arte para este trabajo, en el que las técnicas de vitrales y vinilos buscan una lectura de cómo entiende el artista el mundo a partir de sus experiencias y conocimientos, con la finalidad de desarrollar la habilidad de análisis del pensamiento crítico, para que desde su aprendizaje al realizar estas actividades construya nuevos significados que relacionen sus experiencias artísticas con la concepción de la sustentabilidad.

El lenguaje de la ciencia permite que desde el ámbito escolar se relacionen y enfaticen los significados en otras áreas, es decir, que desde otro lenguaje se llegue al mismo significado, desde esta idea, Cachapuz (2007) en su trabajo propone romper con límites disciplinares entre las áreas de conocimiento y cambios en la enseñanza de la ciencia. En este trabajo, se asumió la actividad artística como la experiencia que permite evidenciar los contaminantes emergentes, que posiblemente pueden acarrear los desechos y residuos de algunas pinturas, por lo que se debe entrelazar con el conocimiento científico sobre estas pinturas y sus implicaciones en el ambiente.

5.1.4. Contaminantes emergentes

Los contaminantes químicos tienen un recorrido histórico en el que se han establecido categorías de grado de contaminación para el ambiente, desde su fuente de producción Santiago (2003), dando un manejo para cada una de estas categorías, un seguimiento y procesamiento del mismo.

Los contaminantes emergentes se priorizan en el estudio de la salud pública y ambiental, Gómez y otros (2011) los define como contaminantes poco conocidos, sin haber establecido su fuente de producción, pero si la cantidad en el ambiente, sin crear un procedimiento que permita establecer las consecuencias e impactos que pueden ocasionar las fuentes de producción de los contaminantes emergentes, limitándose a los métodos de análisis de estos.

Los estudios sobre contaminantes emergentes han elaborado una lista donde se encuentran diferentes composiciones químicas, producidas por actividades humanas. En México puntualmente Gómez y otros (2003) en un estudio del Valle del Mezquital, los metales pesados (cadmio, plomo y arsénico) se encuentran en aguas superficiales en diferentes cantidades sin ninguna regulación, hacen parte de esta lista. Para Colombia, se han realizado diferentes trabajos de investigación de metales pesados en aguas del país, que muestran la cantidad de cadmio presente en el ambiente. Uno de los retos a seguir con estos trabajos es lograr su disminución identificando su fuente de producción, dado que, aunque se tiene

conocimiento de la existencia e impacto, por ejemplo, del cadmio, se limitan a establecer sus procedencias y por lo tanto las consecuencias e impactos en el ambiente. Teóricamente existen pinturas amarillas con contenidos de compuestos de cadmio, que pueden estar generando contaminación emergente de este elemento con los residuos generados en las actividades artísticas en las que se utilizan este tipo de pinturas, por lo que cobró sentido este trabajo de investigación.

5.1.5. Composición química de las pinturas

Los diferentes tipos de pintura líquida que se utiliza en las actividades artísticas, son mezclas heterogéneas de: ligante, pigmentos, disolvente y aditivos; tal que al aplicarlas forman una película continua de espesor medianamente uniforme (Alonso, 2013). Dependiendo del tipo de pintura, cambia su composición. En la investigación se utiliza la composición genérica mencionada anteriormente. Sus componentes se caracterizan así:

Ligante: Es el componente que permite que todas las partículas de la pintura, una vez ha secado se mantengan unidas. Son polímeros que confieren a las pinturas las propiedades de:

- Resistencia química
- Dureza
- Elasticidad
- Adherencia
- Viscosidad
- Secado
- Otros.

Pigmentos: Son compuestos orgánicos e inorgánicos que generan el color y dan poder cubriente en las pinturas, son opacos en cualquier textura. Son óxidos, sulfuros o cromatos, entre otros, en cuya composición pueden figurar metales pesados, ejemplo: el color amarillo lo proporciona el sulfuro de Cadmio.

- Sulfuro de cadmio: principalmente para las pinturas de color amarillo, pero se fabrican en diferentes tonalidades de naranja y rojo.
- Cadmio (Cd): Es un elemento que se considera metal pesado contaminante, puede producir una variedad de efectos adversos para los humanos y para el ambiente. (Martínez, K; y otros, 2012).

Disolventes: Por lo general es agua o alcoholes, cetonas, esterres, aromáticos y otros productos orgánicos que proporcionan a la pintura textura: manejabilidad, aplicabilidad. Además, regula la velocidad de secado.

Aditivos: Se utilizan pequeñas cantidades de humectantes, dispersantes, espesantes, antioxidantes, gelificantes, antihongos o antiespumantes, para crear las condiciones adecuadas para un secado uniforme y en su almacenamiento se mantenga estable.

Metales pesados son elementos de densidad mayor o igual a 5 g/cm^3 (Barceló y Poschenrieder, 1992), que se consideran tóxicos. No todos los metales de alta densidad son tóxicos ni todos los elementos tóxicos son metales. La denominación “metal pesado” hace referencia a la toxicidad y sus efectos en los ciclos biogeoquímicos, Específicamente se trató el cadmio en esta investigación como contaminante (Davis, 1980), asociado a minerales secundarios en rocas y suelos como potencialmente tóxico, que, junto con el plomo, constituye materia prima para la elaboración de pinturas (Fergusson, 1990).

5.2. Pedagogía y Didáctica de las Ciencias

5.2.1. Enseñanza-aprendizaje

El ejercicio profesoral del docente obliga la indagación de alternativas de aprendizaje, por tanto, pensar estrategias que lo fomenten para el estudiante, autónomamente, que integre los conocimientos con su formación como persona, Fonseca, y otros, (2007). Los procesos y procedimientos pedagógicos vinculan al estudiante con el profesor para en conjunto alcanzar sus propósitos de formación. El concepto de estrategia didáctica Gimeno (1986) tiene una contextualización clara de método de la docencia, pero en esta investigación no se asumió como sistemático o secuencial, sino como un acercamiento a un sistema de planificación de actividades con un objetivo de orientación. Se diseñó la estrategia como un proceso de investigación científica que demanda la aplicación del pensamiento para una interpretación de la realidad, que diera sentido a todo lo que se hace para lograr los objetivos propuestos.

El aprendizaje propiciado por lo colaborativo/cooperativo requiere de un diseño didáctico para una enseñanza para los estudiantes y en la que el tiempo es uno de los factores que interviene en su implementación y condiciones de: participación y responsabilidad compartida, libertad de expresión, capacidad de dialogo y autorregulación. Esta estrategia tiene como intenciones desarrollar en el

estudiante habilidades sociales, capacidad de autoevaluación y desarrollo del pensamiento crítico, con actividades como solución de problemas, exposición del profesor, análisis, tutorías, discusión y debates sobre la actividad artística, en las que se trabaja la problemática del desarrollo sustentable.

5.2.2. Pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias

El conocimiento científico parte de lo que se cree como real “lo que se ve”, claro y preciso, Carbonelli y otros (s.f.) determinan que al combinar los sentidos se facilita la interpretación de la realidad, junto con tres elementos distintivos: La creencia, la orientación y evidencias de la afirmación. El método científico según Klimovsky (1994), es el conjunto de procedimientos que permiten obtener el conocimiento científico y demostrar las evidencias para afirmarlo y validarlo.

Tamayo (2004), propone el estudio de la didáctica desde seis campos con desarrollos teóricos y metodológicos para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias sociales, ciencias naturales, ciencias humanas y artes; desde las representaciones, historia y epistemología, relaciones CTSA, emociones, aprendizaje como evolución y metacognición como lo muestra la siguiente imagen:

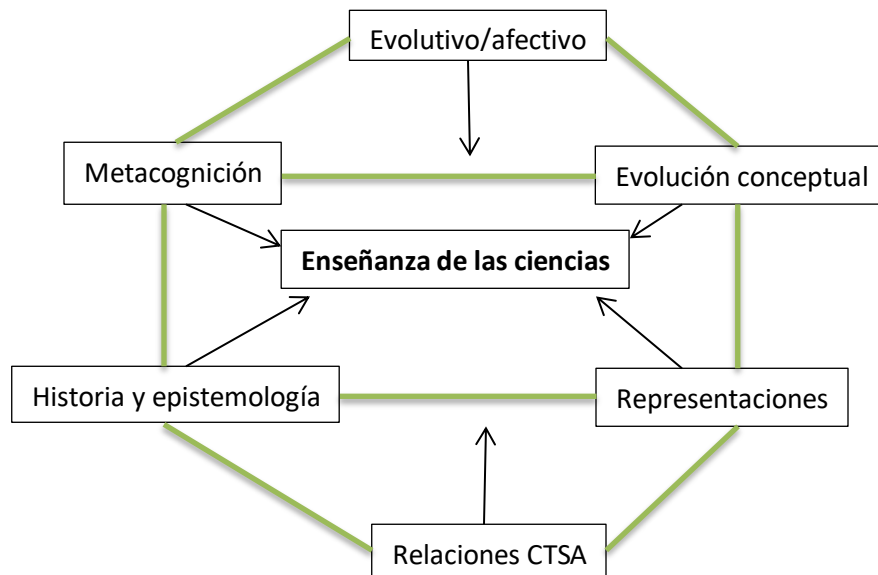


Imagen 1. Campos que aportan a la construcción de un nuevo concepto de didáctica general. (Tamayo, 2004)

Esta propuesta de la imagen 1, Tamayo (2004), busca que al desarrollar cada uno de estos campos sobrepasen los límites de las didácticas de dominio específico, con la finalidad de la construcción del conocimiento. Las didácticas de dominio específico se constituyen en experiencias específicas del reconocimiento de la

naturaleza de la ciencia a enseñar, por ejemplo, los trabajos prácticos de laboratorio para química como estrategia de enseñanza-aprendizaje y formación en pensamiento crítico disciplinar. Las interacciones para las didácticas específicas que plantea Tamayo (2004), son:

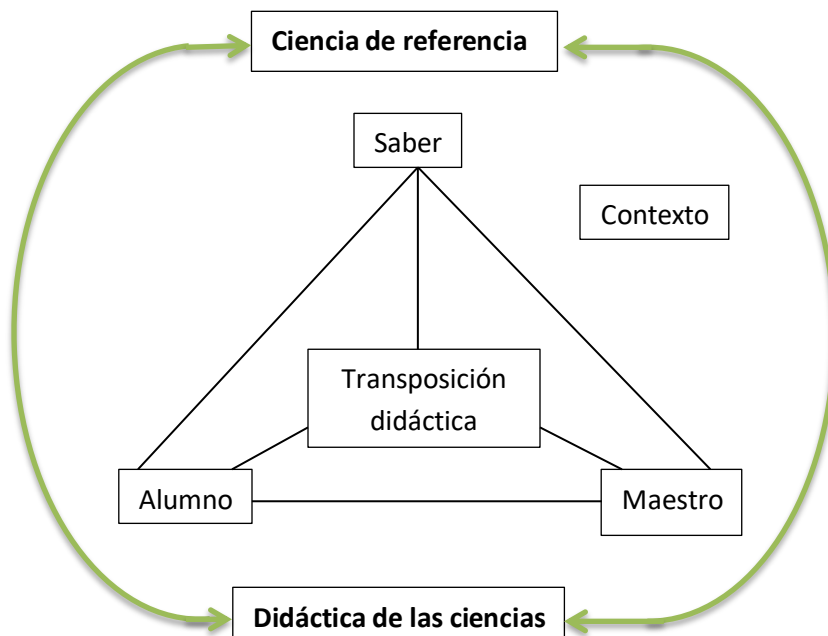


Imagen 2. Interacciones de las didácticas de dominio específico. (Tamayo, 2004)

Para que cumpla el objetivo de enseñanza las interacciones de la imagen 2, las didácticas de dominio específico exigen procesos de validación que requieren tanto del juicio crítico de maestros e investigadores como tiempos que permita el estudio de los resultados obtenidos en diferentes contextos.

Los requerimientos conceptuales que demanda el conocimiento científico, como la manera en que se incorporan en actividades cotidianas en el aula, es un logro de la didáctica de las ciencias para generar aprendizaje de conceptos y teorías, manejo del aula, análisis de comunicación en el aula, entre otras, para el desarrollo de habilidades metacognitivas. La didáctica tiene como objeto de estudio desarrollar enseñanza, aprendizaje y PC. (Tamayo, 2014).

El pensamiento crítico demanda una serie de habilidades que permiten que se pueda enlazar con el conocimiento científico para la implementación de las actividades que direccionan el desarrollo de estas, es así como se establecen cada uno de los logros mencionados por Tamayo (2014). El desarrollo del PC se puede convertir en una estrategia para vincular los procesos educativos y la producción de información y de conocimiento, este desarrollo es visto desde diferentes perspectivas como el desarrollo de capacidades, competencias,

habilidades, disposiciones y criterios, entre otras, sin embargo, al centrarse en cualquiera de estas perspectivas, se requiere orientar en función de lograr su formación. Es por esto, que el papel del docente determina la formación del PC en los estudiantes, desde las experiencias que implementa como metodología de enseñanza, al hablar de PC se cree en que es el seguimiento de normas y prescripciones (Tamayo, 2014), pero va más allá de la contextualización del conocimiento, se enlaza con el análisis, la resolución de problemas, la toma de decisiones, entre otras habilidades.

6. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación tuvo como marco metodológico los siguientes fundamentos:

6.1. De la Investigación

Para el desarrollo del trabajo se acudió a un diseño de tipo cualitativo de carácter exploratorio y descriptivo de investigación aplicada.

Una investigación de carácter exploratorio busca detectar indicadores del objeto interesado, con la que se obtiene poca información, pero permite establecer las variables relevantes del problema, que se pretende solucionar por lo que proporciona la información necesaria para el acercamiento al objeto de estudio. Hernández (2006) define los estudios exploratorios, como un viaje a un lugar desconocido, del cual se conoce muy poco sobre el lugar. Estos estudios sirven para familiarizarnos con ese lugar desconocido, obtener información para llevar a cabo una investigación en el contexto de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables. (Dankhe, 1986) citado por (Hernández, 2006). Los estudios exploratorios son comunes en la investigación del comportamiento, con poca información. Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, *"por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el 'tono' de investigaciones posteriores más rigurosas"* (Dankhe, 1986, p. 412) citado por (Hernández, 2006).

El enfoque descriptivo evidencia una perspectiva propia, de experiencias de vida, mediante técnicas de observación, entrevistas, cuestionarios y demás, que permiten identificar el comportamiento de comprensión de conceptos, con base en el desarrollo de esa comprensión en el estudiante. Se busca especificar las propiedades importantes de grupos bajo análisis, independientemente a cada característica sin relacionarlas, proporciona información para el planteamiento de nuevas investigaciones. Para Hernández (2006), el propósito del investigador en los estudios descriptivos, es describir situaciones y eventos. *"Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis"* (Dankhe, 1986) citado por (Hernández, 2006).

Los estudios descriptivos buscan medir con la mayor precisión posible, el investigador debe tener claro que se va a medir y como lo va a medir. (Hernández, 2006). El estudio descriptivo requiere tener conocimiento por parte del investigador del área que se quiere investigar, para formular las preguntas a responder. (Dankhe, 1986) citado por (Hernández, 2006).

De estas aproximaciones con la investigación aplicada de carácter exploratorio y descriptivo, no se pueden formular conclusiones generales, se limita a la descripción del comportamiento del objeto de estudio.

6.2. Del Diseño

Los pasos habituales en la planificación de un estudio descriptivo de la investigación cualitativa se sintetizan así:

- Identificar y formular el problema por investigar.
- Establecer los objetivos del estudio.
- Seleccionar la muestra apropiada.
- Diseñar o seleccionar los sistemas de recolección de información.
- Procesar y analizar los datos.
- Extraer conclusiones. (Cancela y otros, 2010)

Inicialmente se escogen tres grupos poblacionales de condiciones desiguales y luego se intervienen dos de estos grupos y se aplica a los tres grupos la misma prueba, con la que el investigador, después de un acontecimiento recolecta información.

El diseño de los instrumentos se basó en la relación de las actividades de la estrategia didáctica con los criterios para desarrollar la habilidad de análisis del pensamiento crítico, Los **cuestionarios** son de preguntas abiertas para permitir que el investigador pueda evaluar los criterios de la habilidad de análisis planteados por Facione (2007), estos cuestionarios fueron compuestos por cinco preguntas abiertas, en donde se tuvo en cuenta la secuencia de las preguntas para mantener un proceso lógico en el razonamiento del estudiante Chávez (s.f.), este tipo de cuestionarios son distinguidos como cuestionarios simple o autoadministrado, el encuestado realiza la lectura del cuestionario y contesta por escrito, sin ninguna intervención. El cuestionario es un formulario de preguntas que deben ser formuladas después de haber planeado el problema de investigación con los objetivos específicos, para la validación del cuestionario, es fundamental la construcción de los criterios de evaluación. (LAZARFELD, 1935;

PAYNE, 1951; HYMAN, 1962; NOELLE, 1970; MACFALANE, 1972; ESOMAR, 1973.) Citados en Centros de Estudios de Opinión por la Universidad de Antioquia.

El diseño de las preguntas abiertas, son básicas para la metodología de este trabajo de grado de tipo exploratorio, donde no se tiene claro el conocimiento del tema ni el contexto. Este tipo de pregunta logra rescatar la riqueza cualitativa de una opinión, que demanda al encuestador una preparación que evite respuestas vagas o demasiado extensas. La motivación para el encuestado está en no hacer tan extenso o voluminoso el cuestionario, buscar cómo se pueden obtener los criterios desde una pregunta corta y lógica de acuerdo con la Universidad de Antioquia con su Centro de estudios de opinión.

Por otro lado, la **observación** es otra técnica que permite analizar el proceso de la investigación, consiste en observar a las personas cuando realizan un trabajo, de hechos donde participe activamente el analista. El propósito de la observación es responder a las preguntas: ¿Qué se está haciendo? ¿Cómo se está haciendo? ¿Quién lo hace? ¿Cuándo lo hace? ¿Cuánto tiempo dura? Y ¿Por qué se hace? Hay tres tipos básicos de observación con la finalidad de verificar otro tipo de técnica de recolección de datos, el primer tipo es observar la actividad sin interacción ni autorización del observado. El segundo tipo observa la actividad sin intervención, pero con consentimiento del observado. Y por último, se observa y se está en interacción con el observado y como alternativa otra técnica de recolección de datos. (González, 2009)

6.3. De los Grupos Participantes

La investigación se realizó en un colegio oficial de Bogotá, localizado en la zona 8, colegio asociado para el desarrollo de prácticas pedagógicas de la Licenciatura en Química, de la Universidad Pedagógica Nacional, el Colegio Gabriel Betancourt Mejía IED, no cuenta con la jornada única debido a la demanda de estudiantes inscritos, es catalogado como uno de los mejores Colegio Distritales de la localidad. Con el desarrollo de la práctica pedagógica de la investigadora se dio inicio a este proyecto de investigación, se hizo una caracterización de los estudiantes y se escogieron los grupos que cumplían las condiciones exigidas para la investigación: de la modalidad artística y próximos a trabajar las temáticas de composición química propuesta en el currículo de la institución.

Se escogieron los tres grupos del grado octavo, jornada mañana, con 40 estudiantes por grupo, con un proyecto de “Ciencia y Arte” que tiene como propósito desarrollar habilidades artísticas de los estudiantes. El eje curricular de estos grupos de estudiantes permitió la implementación de la estrategia didáctica diseñada del proyecto con las temáticas formuladas.

7. RESULTADOS

El proceso de recolección de la información, el tratamiento de la misma y los análisis realizados constituyen el objeto de este apartado.

7.1. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

En el proceso de recolección de información se integraron los instrumentos diseñados con la estrategia didáctica propuesta, de tal manera que esta cumple la doble función de trabajo formativo en el aula e investigativa.

Los instrumentos tienen como objetivo caracterizar la habilidad de análisis del pensamiento crítico, son dos **cuestionarios**, uno de salida y otro durante el desarrollo de la estrategia, que arrojaron la información que se registran en las tablas producto de su procesamiento. Así mismo lo referente a la **observación**, permitió identificar un comportamiento similar de predisposición ante la solución de problemas, esta observación participativa permite recolectar información sobre actuaciones para identificar conductas de la habilidad de análisis Hernández (2006).

Instrumentos

Para la caracterización de la habilidad de análisis del pensamiento crítico, se construyeron dos instrumentos:

Instrumento 1: *Pensamientos acerca de ambiente y contaminación*, se elaboró con la finalidad de tener un punto control con respecto a las construcciones conceptuales de ambiente y contaminación, contó con dos preguntas abiertas que se contrastaron con el instrumento 2 para identificar la inferencia que realizan los estudiantes de dichos conceptos al intervenir con las actividades de la estrategia didáctica.

Instrumento 2: *Caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico*, buscó determinar si el estudiante cumple con los criterios que caracteriza la habilidad de análisis, basado en las actividades propuestas en la estrategia didáctica, contó con cinco preguntas abiertas en las que se evaluaron

los criterios que favorecen el desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico descritos por Facione (2007).

7.2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La estrategia didáctica consistió en incluir la sustentabilidad en la actividad artística, mediante el concepto de composición química de las pinturas, con la finalidad de desarrollar la habilidad de análisis del pensamiento crítico, indagando las implicaciones en el ambiente por los residuos generados de las pinturas, centrado en la enseñanza del cadmio como contaminante emergente; las actividades iniciales (AI) se encuentran asociadas con el proyecto “arte y ciencia” en donde se relacionan las actividades artísticas como representaciones de los conceptos de ciencias. La actividad de desarrollo (AD) denominada Museo “Arte y ciencia” toma como referencia la actividad de feria de ciencias y por último las actividades de evaluación (AE) se denominan secuencia didáctica, cuenta con dos instrumentos y dos actividades, todas las actividades tienen un tiempo estimado y un orden el cual se puede notificar en el (Anexo 1). La implementación de esta propuesta propone varias actividades en las que se sigue el cumplimiento del plan curricular para el grado octavo del área de ciencias naturales, lo que implica contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales para cada una de las tres intervenciones.

La aplicación de la estrategia se realizó en tres tiempos específicos. En las dos primeras intervenciones: Asociación “arte y ciencia” y Museo “arte y ciencia” durante 3 meses cada una y la implementación final: caracterización de la habilidad de análisis del pensamiento crítico, durante una semana.

Tabla 5. Contenidos de la estrategia didáctica.

Intervenciones	Contenidos conceptuales	Contenidos actitudinales	Contenidos procedimentales	Plan curricular – grado octavo
(AI): Asociación “arte y ciencia”	<ul style="list-style-type: none"> • Acercamientos con especies endémicas colombianas • Conocimiento histórico y científico de 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis sobre las implicaciones ambientales dentro de la historia • Reflexión 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseños de vitrales contextualizados en la biodiversidad • Implementación de la técnica de 	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas • Biodiversidad

	los ecosistemas	sobre la responsabilidad humana en la transformación del ambiente	vinilo para representar los ecosistemas	
(AD): Museo “arte y ciencia”	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos sobre líneas de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de planteamiento de proyecto de arte y ciencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de cartillas de seguimiento del proyecto • Construcción de diario de campo y registro fotográfico del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proyecto – Feria de la ciencia de la institución
(AE): Caracterización de la habilidad de análisis para el pensamiento crítico	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del concepto de composición química para la elaboración industrial de la pintura. • Conocimiento de las implicaciones de un metal pesado en el ambiente desde los ciclos biogeoquímico • Comprensión de la relación entre los residuos de las pinturas como contaminantes emergentes y 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los problemas ambientales en su contexto • Ejercicio de valores de respeto y cooperación del trabajo en equipo • Valoración del pensamiento racional desde el conocimiento científico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis e interpretación de la relación ciencia y desarrollo sustentable, para el desarrollo de habilidades del PC. • Elaboración de mapa mental sobre la relación desarrollo sustentable y actividad artística. • Ejercicio de resolución de problemas contextualizados para el desarrollo sustentable. • Implementación de 	<ul style="list-style-type: none"> • Metales de transición • Ciclos biogeoquímicos • Información química en etiquetas de pinturas (<i>composición química</i>) • Contaminación ambiental (<i>sustentabilidad</i>)

	el desarrollo sustentable.		instrumentos de caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el PC.	
--	----------------------------	--	---	--

Tabla 6. Actividades de la ED:

Intervenciones	Actividades	Descripción
(AI): Asociación “arte y ciencia”	Elaboración de vitrales y técnicas de vinilos	El estudiante debe dar explicación por medio de la técnica de vitrales a las construcciones teóricas de biodiversidad, junto con una explicación biológica y ambiental. Escoge un ecosistema en el que por medio de la técnica de vinilos debe expresar su historia y las implicaciones del humano en este.
(AD): Museo “arte y ciencia”	Proyecto de ciencias	Debe realizar un proyecto bajo las líneas de investigación: Ambiental o Biológico que cumpla los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> • Debe cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto. • El nombre del proyecto debe ir acorde a su línea de investigación. • Los procedimientos deben ser claros y en diagramas (paso por paso). • El seguimiento al proyecto debe ser en diario de campo y en fotografías o videos. • Deben realizar una cartilla donde evidencien todo el proceso.
(AE): Caracterización de la habilidad de análisis para el pensamiento crítico	Construcción de mapas mentales, Debate de solución de problemas e Implementación de los instrumentos.	Estas actividades tienen la siguiente secuencia: <ol style="list-style-type: none"> 1. Responder el instrumento 1. Pensamientos acerca de: ambiente, contaminación y composición química. 2. Mapa mental de la lectura “composición química de las pinturas” 3. Debatir soluciones a los problemas: ambientales, políticos y culturales contextualizados.

		<p>4. Concluir las soluciones y fuentes de información para estas.</p> <p>5. Responder el instrumento 2. Cuestionario de caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico.</p>
--	--	---

Para recolectar las actividades: (AI) y (AD) de los estudiantes se diseñó una página web con las actividades realizadas, elaborada por la investigadora. En ella figuran también trabajos adicionales del proyecto “arte y ciencia” que implementaron las docentes de Artes y Ciencias de la institución.

- Página web: <http://colegiogbm.wixsite.com/museoarteyciencia>

7.3. Criterios para el análisis de los resultados

El análisis del instrumento 1: *Pensamientos acerca de: ambiente y contaminación*, consistió en comparar las respuestas de este instrumento con las respuestas de la pregunta 5 del instrumento 2, para identificar si los estudiantes infieren sobre los conceptos: ambiente y contaminación al intervenir con las actividades de la estrategia didáctica. Para este análisis solo se compararon las respuestas de cada estudiante en los respectivos instrumentos.

Se realizó la evaluación del instrumento 2: *Caracterización de la habilidad de análisis del pensamiento crítico*, desde los fundamentos teóricos de los criterios propuestos por Facione (2007) para el desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico.

Para cada pregunta se determinó un criterio a desarrollar el estudiante que permitió evidenciar la habilidad de análisis del PC, es decir, que en cada respuesta se evidenció un criterio en específico, que permitió evidenciar si el estudiante desarrolló o no la habilidad de análisis del pensamiento crítico; en conjunto, se establecieron tres niveles de respuestas con respecto a los criterios, Nivel I: Bajo, Nivel II: Básico y Nivel III: Superior, estos niveles se construyeron después de la recopilación de los resultados de los estudiantes, donde con sus respuestas demostraron algunos de los criterios pero no se pudo afirmar en totalidad que desarrollaron o no la habilidad de análisis del pensamiento crítico, mientras que con los niveles si se pudo identificar y caracterizar. Junto con estos análisis de resultados, se tuvo en cuenta la observación participativa en las actitudes frente a los residuos de las pinturas utilizadas en las actividades artísticas, donde se

categorizó a los tres grupos poblacionales del estado de desarrollo de la habilidad de análisis del PC.

Tabla 7. Criterios de análisis del instrumento 2: *caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico* a partir de Facione (2007)

	Criterios (Facione, 2007)	Pregunta del instrumento 2.	Objetivo de las preguntas	Nivel I/ Bajo	Nivel II/ Básico	Nivel III/ Superior
HABILIDAD DE ANÁLISIS DEL PENSAMIENTO CRÍTICO	Inferir Opinar	2. Del listado de la pregunta 1, seleccionar: ¿cuáles consideras son sustancias químicas?	Reconoce las sustancias químicas que utiliza para las actividades artísticas	Establece como sustancias químicas solo a las pinturas	Establece como sustancias químicas a las pinturas y líquidos utilizados en las actividades artísticas	Establece a todos los materiales como sustancias químicas
	Inferir Opinar Cuestionar	3. ¿Cuáles de los materiales mencionados son contaminantes?	Identifica el elemento tóxico que está en las pinturas.	Reconoce el cadmio como componente tóxico	Reconoce que existen diferentes elementos tóxicos en las pinturas	Reconoce que hay elementos tóxicos en cualquier composición.
	Juicio Opinar Inferir	5. Describir lo que piensas acerca de: Ambiente	Relaciona el ambiente con la sustentabilidad	Menciona la definición de ambiente	Menciona como afecta la acción del hombre en el ambiente	Menciona la acción del hombre en el ambiente y el equilibrio que debe lograr para la sustentabilidad
	Juicio Opinar Inferir	6. Describir lo que piensas acerca de: Contaminación	Vincula en la descripción de contaminación, los contaminantes emergentes.	Menciona la definición de contaminación	Menciona la contaminación emergente que causa el hombre	Menciona la contaminación emergente como sustancias no reguladas en aguas residuales.
	Concluir Cuestionar	4. Describir el proceso que usted	Propone soluciones para la disposición de	La solución que propone no	La solución que propone anuncia	La solución que propone requiere

	<p>Proponer</p> <p>Opinar</p>	<p>cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.</p>	<p>residuos de pinturas, al terminar cada actividad artística dentro de la institución.</p>	<p>requiere de ningún conocimiento científico.</p>	<p>técnicas de conocimiento científico, pero, no es una alternativa de solución para el problema.</p>	<p>conocimiento científico y es válido como alternativa de solución al problema.</p>
--	-------------------------------	--	---	--	---	--

7.4. Tratamiento de los resultados

Los datos de tres grupos fueron los siguientes: el grupo 0 presenta resultados del instrumento de caracterización de habilidad de análisis sin intervenciones; el grupo 1 y el grupo 2 presentan resultados de la totalidad de la estrategia didáctica, se tabularon las respuestas obtenidas para cada instrumento con respecto al grupo en consideración, se identificaron las tendencias y calcularon los porcentajes de estas.

7.4.1. Resultados de la investigación – Grupo 0

Tabla 8. Tendencias de respuestas del grupo 0 del instrumento de caracterización de la habilidad de análisis.

PREGUNTAS	RESPUESTAS SELECCIONADAS POR LOS ESTUDIANTES GRUPO 0 SIN ESTRATEGIA DIDÁCTICA																																								
1. Realiza un listado de los materiales que con mayor frecuencia se utilizan en las actividades artísticas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Diferentes tipos de pinturas												X	X									X	X				X														
B. El A, lapiz, cartulinas y hojas.		X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X				X				X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
C. El B, plasticos e instrumentos de madera.	X	X					X						X					X	X								X		X		X										
2. Del listado anterior, seleccionar cuales considera que son sustancias químicas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Todas			X										X																												
B. Ninguna																								X																	
C. Pinturas y sustancias líquidas.	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Diferentes tipos de pinturas y sustancias líquidas				X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B. El A, plastilinas, cartulinas y hojas.	X	X									X	X																													
C. El B, plasticos e instrumentos de madera.																											X														
4. Describir el proceso que se sigue para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Limpiar con trapos y lavar en el lavamanos.	X	X	X	X	X				X	X				X	X	X		X	X	X	X	X	X					X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
B. Diseño de estrategias para recuperar los residuos.													N											N		N										X					
C. Limpiar con papel y a la basura.						X	X	X		X	X				X								X	X		X		X		X		X									
5. Pensamiento acerca de ambiente:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Lugar que nos rodea	X								X	X	X			X	X	X					X		X	X						X		X								X	
B. Naturaleza		N	X		N	N	X	X	X				N	N				N	N	X					N	N	X	N		X		N		X	N	X	N		X	X	
C. Ecosistema			X																																			X			
6. Pensamiento acerca de contaminación:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
A. Daño ambiental	X							X							X																								X		
B. Personas que contaminan		N	X	X	X	N	X			X	X		N	N	X			N	N	N	N		X	X	X	N	N	X	N		X	N	N	N	X	X	N	N	N		X
C. Daño a personas y ambiente								X	X																																X

Fuente: Autora

El grupo 0 es el grupo control que implementó el instrumento de *caracterización de la habilidad de análisis del pensamiento crítico* sin intervenciones, contó con 40 estudiantes que presentaron dicho instrumento, pero no todas las preguntas fueron respondidas, ni se encuentran en uniformidad las respuestas del grupo. A este grupo se le aplicó solo este instrumento con la finalidad de saber la incidencia

de la estrategia didáctica frente a los resultados de los grupos 1 y 2 que si tienen intervenciones.

La tendencia de respuestas en la pregunta 1, para el 65 % de los estudiantes están determinados como materiales frecuentes los diferentes tipos de pinturas, lápiz, cartulinas y hojas y dentro del 35 % también se hacen frecuente las pinturas, junto con otros materiales, esto quiere decir que asocian la pintura con una actividad cotidiana dentro del aula de artes.

La tendencia de respuestas en la pregunta 2, para el 90 % se evidencia que entienden el concepto de sustancia química como una sustancia líquida y el 10 % no tiene una definición ni concepción clara frente a este.

La tendencia de respuestas en la pregunta 3, el 87 % interpretan que solo las sustancias líquidas utilizadas para las actividades artísticas son contaminantes, sin especificar qué tipo de contaminante o el ambiente que contamina, mientras el 10 % dimensiona que tanto pinturas como materiales de plastilina cartulinas y hojas son contaminantes y el 3 % identifica que mientras se encuentren como desecho, todos los materiales son contaminantes.

La tendencia de respuestas en la pregunta 4, presenta un 7.5 % del grupo que no responden, un 62.5 % que especifican el procedimiento que realizan al limpiar líquidos en el área de artes, el cual está mal determinado pero no presentan ninguna sugerencia ante este, así como también el 27.5 describe el procedimiento que también se encuentra mal determinado para el desarrollo sustentable, siendo solo el 2,5 % quien indica que debe implementarse una estrategia para que los residuos de las actividades artísticas contribuyen con el ambiente.

La tendencia de respuestas en la pregunta 5, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre el ambiente sin restringir la respuesta a un significado de conceptos, donde el 35 % no responden y las tendencias de respuestas se encuentran en significado a la palabra: lugar que nos rodea 32.5 %, Naturaleza 27.5 %, y Ecosistema 5 %.

La tendencia en la pregunta 6, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre la contaminación y se establece una relación particular con el hombre con el mayor porcentaje de respuestas el 40 %, un significado del concepto el 10 %, el 42.5 % es el porcentaje más alto que los estudiantes no responden y el 7.5 lo determinan como algo ajeno que nos perjudica la calidad de vida.

7.4.2. Resultados de la investigación – Grupo 1

El grupo 1 realizó toda la estrategia didáctica presentando los siguientes resultados:

Tabla 9. Tendencias de respuestas del grupo 1 al instrumento 1: Pensamientos acerca de ambiente, contaminación y composición química.

Preconceptos GRUPO 1									
Alumno	Concepto: Contaminante			Concepto: Ambiente			Concepto: Composición química		
	Daño ambiental	Personas que contaminan	Daño a persona y ambiente	Ecosistemas	Lugar que nos rodea	Naturaleza	Reacciones químicas	Sustancias/Elementos químicos	Materiales que lo conforman
1		X				X	X		
2	X					X			X
3		X		X				X	
4			X		X			X	
5	X			X				X	
6			X	X				X	
7			X		X			X	
8		X				X		X	
9	X					X		X	
10		X				X		X	
11	X				X			X	
12	X					X		X	
13		X			X			X	
14	X					X		X	
15			X	X				X	
16		X				X		X	
17		X				X		X	
18	X			X			X		
19		X				X		X	
20		X				X		X	
21		X			X			X	
22		X			X			X	
23			X			X		X	
24		X			X				
25		X				X			
26	X				X			X	
27		X				X		X	
28			X			X		X	
29	X			X				X	
30	X					X		X	
31		X			X			X	
32	X				X			X	
33	X			X					X
34	X					X		X	
35	X			X				X	
36	X					X		X	

El grupo 1 cuenta con 36 estudiantes que realizan el instrumento de concepciones, donde se relaciona con las respuestas del grupo 2 dado que los dos grupos presentan continuidad académica con la misma docente dentro de la institución con el área de ciencias.

El concepto “contaminante” pretende que relacionen el significado con la actividad para su respuesta, pero se limita en tres tendencias de respuestas que no permite

enlazar el significado con la actividad que esto implica: daño ambiental 37.5 %, personas que contaminan 37.5 % y daño a personas y ambiente 25%

El concepto de “ambiente” se establece como una parte de nuestro entorno para las tendencias de naturaleza 45 % y ecosistemas 20%, mientras que la tendencia del lugar que nos rodea con el 25 % permite identificar que logran tener el sentido de pertenencia con su entorno.

Para el concepto de composición química, el 5 % del grupo equivaliendo a dos estudiantes no respondieron, el 80 % tiene la concepción clara de composición química, mientras que el 40 % lo relacionan con reacciones químicas y materiales.

Tabla 10. Tendencias de respuestas del grupo 1 al instrumento 2 de caracterización de la habilidad de análisis.

PREGUNTAS	RESPUESTAS SELECCIONADAS POR LOS ESTUDIANTES GRUPO 1 CON ESTRATEGIA DIDÁCTICA																																				
1. Realiza un listado de los materiales que con mayor frecuencia se utilizan en las actividades artísticas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. Diferentes tipos de pinturas																																					X
B. El A, lapiz, cartulinas y hojas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C. El B, plasticos e instrumentos de madera.	X																											X						X	X		
2. Del listado anterior, seleccionar cuales considera que son sustancias químicas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. Todos																																					X
B. Ninguna																																					
C. Pinturas y sustancias liquidas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. La pintura con cadmio	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
B. Todas las pinturas				X	X																	X															
C. Todos los materiales			X		X	X											X	X																X	X	X	
4. Describir el proceso que se debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. No comprar pinturas con cadmio, utilizar cantidades exactas y así disminuir los desechos.	X	X	X													X	X			X			X							X	X	X	X			X	
B. Contener los residuos en una botella y depositarlo en un purificador con piedras minerales y botarlo como solido o							X	X	X	X	X	X	X	X					X			X						X	X					X	X		
C. No plantea una solución.			X	X	X	X												X			X			X	X	X	X										
5. Pensamiento acerca de ambiente:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. Lugar que nos rodea	X			X	X				X	X	X				X								X	X	X	X	X			X	X	X	X			X	
B. Naturaleza afectada por el hombre	X					X	X					X						X	X	X	X	X					X			X				X	X		
C. Ecosistema			X	X			X					X	X		X														X								
6. Pensamiento acerca de contaminación:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
A. Daño ambiental	X				X				X			X		X	X		X	X				X		X		X		X								X	
B. Personas que contaminan		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X			X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	
C. Daño a personas y ambiente	X																											X									

La tendencia de respuestas en la pregunta 1, para el 86.1 % de los estudiantes están determinados como materiales frecuentes los diferentes tipos de pinturas, lápiz, cartulinas y hojas y dentro del 13.8 % también se hacen frecuente las

pinturas, junto con otros materiales, esto quiere decir que asocian la pintura con una actividad cotidiana dentro del aula de artes.

La tendencia de respuestas en la pregunta 2, para el 97.2 % se evidencia que entienden el concepto de sustancia química como una sustancia líquida y el 2.8 % no tiene una concepción clara frente a este.

La tendencia de respuestas en la pregunta 3, el 70.3 % interpretan que solo las pinturas con cadmio utilizadas para las actividades artísticas son contaminantes, mientras el 7.5 % dimensiona que toda pintura es contaminante sin importar su composición química y el 22.2 % identifica que mientras se encuentren como desecho, todos los materiales son contaminantes.

La tendencia de respuestas en la pregunta 4, presenta un 27.8 % que no plantea ninguna estrategia para los desechos y dejan explícito el procedimiento implementado por el docente, el 33.3% proponen que antes de un procedimiento no se compren pinturas con metales pesados y utilizar las cantidades necesarias para cada actividad artística generando así disminución de residuos y el 38.9 % propone que de los residuos que se generen por las actividades artísticas desechas en agua, se purifiquen y reutilice o botar como sólido.

La tendencia de respuestas en la pregunta 5, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre el ambiente sin restringir la respuesta a un significado de conceptos, donde el 44.4 % establece el ambiente como el lugar que nos rodea, el 36.2 % reconoce el daño que ocasiona el hombre sobre la naturaleza relacionando su significado con el impacto y el 19.4 % lo define como ecosistema.

La tendencia en la pregunta 6, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre la contaminación y se establece una relación particular con el hombre con el mayor porcentaje de respuestas el 63.9 %, un significado del concepto el 30.6 % lo establece como daño ambiental y el 5.5 % lo determinan como algo ajeno que nos perjudica la calidad de vida.

7.4.3. Resultados de la investigación – Grupo 2

El grupo 2 realizó toda la estrategia didáctica presentando los siguientes resultados:

Tabla 11. Tendencias de respuestas del grupo 2 al instrumento 1: Pensamientos acerca de ambiente, contaminación y composición química.

Preconceptos GRUPO 2									
Alumno	Concepto: Contaminante			Concepto: Ambiente			Concepto: Composición química		
#	Daño ambiental	Personas que contaminan	Daño a persona y ambiente	Ecosistemas	Lugar que nos rodea	Naturaleza	Reacciones químicas	Sustancias/Elementos químicos	Materiales que lo conforman
1	X					X		X	
2			X	X				X	
3			X			X		X	
4	X			X			X		
5	X				X				X
6	X					X			X
7	X					X		X	
8		X			X			X	
9		X				X			X
10	X				X		X		
11	X				X			X	
12			X	X				X	
13	X				X			X	
14	X			X					X
15	X				X			X	
16	X					X		X	
17	X				X			X	
18	X				X			X	
19	X					X		X	
20	X					X		X	
21			X	X				X	
22	X				X			X	
23			X			X		X	
24	X					X		X	
25	X				X			X	
26			X	X				X	
27	X					X		X	
28			X		X			X	
29	X			X				X	
30	X			X				X	
31	X				X		X		
32			X	X				X	

El grupo 2 cuenta con 32 estudiantes, es el grupo de menor cantidad de estudiantes, pero cuenta con la misma implementación que el grupo 1, con la finalidad de sustentar los resultados obtenidos.

El concepto “contaminante” pretende que relacionen el significado con la actividad para su respuesta, pero se limita en tres tendencias de respuestas que no permite enlazar el significado con la actividad que esto implica: daño ambiental 68.8 %, personas que contaminan 6.2 % y daño a personas y ambiente 25 %

El concepto de “ambiente” se establece como una parte de nuestro entorno para las tendencias de naturaleza 34.4 % y ecosistemas 28.1 %, mientras que la tendencia del lugar que nos rodea con el 37.5 % permite identificar que logran tener el sentido de pertenencia con su entorno.

Para el concepto de “composición química”, el 5 % del grupo equivaliendo a dos estudiantes no respondieron, el 80 % tiene la concepción clara de composición química, mientras que el 40 % lo relacionan con reacciones químicas y materiales.

Tabla 12. Tendencias de respuestas del grupo 2 al instrumento de caracterización de la habilidad de análisis.

PREGUNTAS	RESPUESTAS SELECCIONADAS POR LOS ESTUDIANTES GRUPO 2 CON ESTRATEGIA DIDÁCTICA																																	
1. Realiza un listado de los materiales que con mayor frecuencia se utilizan en las actividades artísticas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. Diferentes tipos de pinturas																																		X
B. El A, lapiz, cartulinas y hojas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C. El B, plasticos e instrumentos de madera.																											X							
2. Del listado anterior, seleccionar cuales considera que son sustancias químicas.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. Todos											X																							
B. Ninguna																																	X	
C. Pinturas y sustancias liquidas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes?	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. La pintura con cadmio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
B. Todas las pinturas				X																										X	X			
C. Todos los materiales																																		
4. Describir el proceso que se debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. No comprar pinturas con cadmio, utilizar cantidades exactas y así disminuir los desechos.	X			X	X			X	X			X								X								X	X	X				
B. Contener los residuos en una botella y depositarlo en un purificador con piedras minerales y botarlo como solido o reutilizarlo.	X																		X			X										X		
C. No plantea una solución.	X	X		X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X						X		
5. Pensamiento acerca de ambiente:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. Lugar que nos rodea							X	X		X					X									X	X	X	X		X	X				
B. Naturaleza afectada por el hombre	X			X	X	X		X				X		X		X	X	X	X		X											X		
C. Ecosistema	X	X	X						X			X								X		X			X		X					X		
6. Pensamiento acerca de contaminación:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
A. Daño ambiental																				X	X											X		
B. Personas que contaminan	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
C. Buscar soluciones				X				X		X	X							X																

La tendencia de respuestas en la pregunta 1, para el 93.8 % de los estudiantes están determinados como materiales frecuentes los diferentes tipos de pinturas, lápiz, cartulinas y hojas y dentro del 6.2 % también se hacen frecuente las pinturas, junto con otros materiales, esto quiere decir que asocian la pintura con una actividad cotidiana dentro del aula de artes.

La tendencia de respuestas en la pregunta 2, para el 93.8 % se evidencia que entienden el concepto de sustancia química como una sustancia liquida y el 6.2 % no tiene una concepción clara frente a este.

La tendencia de respuestas en la pregunta 3, el 90.6 % interpretan que solo las pinturas con cadmio utilizadas para las actividades artísticas son contaminantes, mientras el 9.4 % dimensiona que toda pintura es contaminante sin importar su composición química.

La tendencia de respuestas en la pregunta 4, presenta un 59.4 % con el porcentaje más alto no plantea ninguna estrategia para los desechos, el 28.1 % proponen que antes de un procedimiento no se compren pinturas con metales pesados y utilizar las cantidades necesarias para cada actividad artística generando así disminución de residuos y el 12.5 % propone que de los residuos que se generen por las actividades artísticas desechas en agua, se purifiquen y reutilice o botar como sólido.

La tendencia de respuestas en la pregunta 5, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre el ambiente sin restringir la respuesta a un significado de conceptos, donde el 28.1 % establece el ambiente como el lugar que nos rodea, el 40.6 % reconoce el daño que ocasiona el hombre sobre la naturaleza relacionando su significado con el impacto y el 31.3 % lo define como ecosistema.

La tendencia de respuestas en la pregunta 6, se busca un acercamiento a lo que piensa sobre la contaminación y se establece una relación particular con el hombre con el mayor porcentaje de respuestas el 68.8 %, un significado del concepto el 15.6 % lo establece como daño ambiental y el 15.6 % lo determinan como la importancia ambiental de buscar soluciones.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los análisis de resultados con base en los criterios de análisis, identificó y caracterizó la habilidad de análisis del pensamiento crítico con cada grupo. Al final se compararon los resultados del análisis realizado y se plantearon algunas conclusiones.

8.1. Criterio: Inferir (Instrumento 1 – Pregunta 5 del instrumento 2)

En este ítem se analizaron los resultados de los grupos 1 y 2 del instrumento 1: *Pensamientos acerca de contaminación y ambiente* y la pregunta 5 del instrumento 2: Caracterización de la habilidad de análisis del pensamiento crítico, en donde se identificó el criterio de inferir al intervenir con las actividades propuestas en la estrategia didáctica. Facione (2007), establece que inferir es una de las actividades que permite el desarrollo de la habilidad de análisis del pensamiento crítico, junto con otras actividades que se analizaron en el instrumento 2.

De contaminante

Para el grupo 1, en el instrumento 1 (tabla 7) se observa que los estudiantes antes de la intervención con las actividades de la estrategia didáctica relacionan la contaminación con daños ambientales, personas que contaminan y los daños causados a las personas, los resultados del instrumento 2 (tabla 8) se observó que la incidencia de las actividades de la estrategia didáctica en los estudiantes, infiere en la relación de la contaminación con el ser humano, se puede afirmar que al llevar al contexto un problema de contaminación, desarrolló en el estudiante un acercamiento de los conocimientos científicos que ya conocía. Para el grupo 2, en el instrumento 1 (tabla 9) los estudiantes determinan contaminante como un daño ambiental y al ser intervenidos con las actividades presentan resultados similares al grupo 1, los estudiantes relacionan a partir de las temáticas abordadas y las actividades realizadas.

De ambiente

Para el grupo 1, la mayoría de los estudiantes relacionan en el instrumento 1 (tabla 7) el ambiente con la naturaleza principalmente como todo lo natural, para el instrumento 2 (tabla 8), relacionan el concepto de ambiente como todo lo que nos rodea, pero limitan la inferencia al no concluir, ni relacionar con las temáticas abordadas en la estrategia didáctica, por lo que se puede afirmar que no se desarrolló el criterio para el grupo 1 con el concepto de ambiente, esto pudo ser debido a que en las actividades desarrolladas en la estrategia didáctica no se estableció ninguna relación con el concepto ambiente, es decir, que al no

escuchar la palabra ambiente, los estudiantes no dimensionaron su significado con las demás temáticas abordadas, centrándose en dar un significado ya construido. Por otro lado, el grupo 2 en el instrumento 1 (tabla 9), piensan en su mayoría que es un lugar que nos rodea y en el instrumento 2 (tabla 10), relacionaron el ambiente con el daño que ocasiona el hombre sobre la naturaleza, dejando de lado que al pensar sobre ambiente se limite a escribir el significado, infiriendo desde las actividades de la estrategia didáctica.

8.2. Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC (Instrumento 2)

Para la identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC, se utilizaron los criterios establecidos por Facione (2007) para el desarrollo de dicha habilidad, que permitió describir los criterios que desarrollaron cada grupo con cada respuesta.

Grupo 0

De acuerdo con los resultados de la tabla 6 se identificó si los estudiantes desarrollaron los criterios planteados por Facione (2007) para responder, es decir, si analizaron críticamente para responder el instrumento 2.

Tabla 13. Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 0

Criterios / Preguntas	Juicio	Inferir	Opinar	Concluir	Cuestionar	Proponer
2. Del anterior listado, seleccionar cuales consideras son sustancias químicas			X			
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?			X			
4. Describir el proceso que usted cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.			X			
5. Describir lo que piensas acerca de:			X			

ambiente y contaminación.						
---------------------------	--	--	--	--	--	--

Para el grupo 0, los estudiantes en su mayoría realizaron el criterio de opinar sin ningún otro criterio para todas las preguntas, dado a que se limitaron a dar significados sin relación alguna. Las preguntas del instrumentos 2 estuvieron relacionadas con la relación de la sustentabilidad y la actividad artística desde los efectos que tienen los residuos de las pinturas utilizadas en las actividades artísticas en el ambiente, los estudiantes aunque vieron estas temáticas dentro de su plan curricular, no se presentó ninguna situación problema o contextualización en su metodología de enseñanza-aprendizaje, limitando al estudiante a responder los significados de estos conceptos, lo que posiblemente fue lo que no les permitió a los estudiantes desarrollar los criterios para desarrollar la habilidad de análisis del pensamiento crítico.

Grupo 1

De acuerdo con los resultados de la tabla 8 se identificó si los estudiantes desarrollaron los criterios planteados por Facione (2007) para responder, es decir, si analizaron críticamente para responder el instrumento 2.

Tabla 14. Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 1

Criterios / Preguntas	Juicio	Inferir	Opinar	Concluir	Cuestionar	Proponer
2. Del anterior listado, seleccionar cuales consideras son sustancias químicas		X	X			
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?		X	X			
4. Describir el proceso que usted cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.	X	X	X	X		X
5. Describir lo que			X			

piensas acerca de: ambiente y contaminación.						
--	--	--	--	--	--	--

Grupo 2

De acuerdo con los resultados de la tabla 10 se identificó si los estudiantes desarrollaron los criterios planteados por Facione (2007) para responder, es decir, si analizaron críticamente para responder el instrumento 2.

Tabla 15. Identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC – grupo 2

Criterios / Preguntas	Juicio	Inferir	Opinar	Concluir	Cuestionar	Proponer
2. Del anterior listado, seleccionar cuales consideras son sustancias químicas		X	X			
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?		X	X			
4. Describir el proceso que usted cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.			X			
5. Describir lo que piensas acerca de: ambiente y contaminación.	X	X	X			

Facione (2007) propone criterios que se deben desarrollar para adquirir la habilidad de análisis del PC, estos criterios se trabajaron a partir de las preguntas del instrumento 2, dado que para responder cada pregunta es necesario tener la capacidad de inferir la información, cuestionarse, proponer soluciones, opinar, sacar conclusiones con los significados nuevos y generar un juicio de valor a su conocimiento. Para analizar estos criterios se tiene en cuenta la tabla 7. Criterios

de análisis del instrumento 2: *caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico* a partir de Facione (2007), donde se determinó cada criterio que deben cumplir las respuestas para evidenciar la habilidad de análisis del PC.

Para todas las preguntas fueron necesarios los criterios de opinar e inferir para responder, constaban de preguntas abiertas sobre los pensamientos de los estudiantes para identificar los criterios al momento de responder; se requiere que el estudiante infiera la información de la estrategia didáctica en la que se relacionan los conceptos de la sustentabilidad con la actividad artística que dio paso a una problemática ambiental en el contexto escolar con la finalidad de que el estudiante pudiera llegar a dar solución al problema desarrollando la habilidad de análisis del PC. Para la pregunta 2 los grupos 1 y 2, reflejaron que desarrollaron los criterios de inferir y opinar para responder.

La pregunta 3 tuvo como objetivo identificar elementos tóxicos presentes en las pinturas, para inferir y opinar el estudiante debió cuestionar la información adquirida en la estrategia didáctica, porque al tener conocimiento sobre un elemento tóxico (cadmio) en las pinturas que genera contaminación emergente, cuestionarse sobre los metales pesados en la composición química generó un mayor nivel al desarrollar los tres criterios. En los grupos 1 y 2 se evidencia que los estudiantes infieren y opinan, pero no cuestiona su conocimiento para responder.

La pregunta 4 a parte los criterios mencionados se desarrollaron los criterios de concluir y proponer, ya que su objetivo fue proponer soluciones para la disposición de residuos de pinturas, al terminar cada actividad artística dentro de la institución, en esta pregunta se esperó el mayor nivel para indicar que certeza que se desarrolló la habilidad de análisis del pensamiento crítico, dado que implica la construcción autónoma de los criterios que lo hacen posible. El grupo 1 refleja que el grupo en su mayoría desarrollaron los criterios necesarios para responder a la pregunta desde un análisis crítico, por otro lado el grupo 2 con las mismas condiciones del grupo 1 no refleja la misma construcción ni desarrollo de la habilidad.

La pregunta 5 se encuentra identificada y caracterizada en el ítem 8.1. Criterio: Inferir (Instrumento 1 – Pregunta 5 del instrumento 2).

En la evaluación de habilidades del pensamiento crítico se sugiere no solamente emplear el punto de vista o la percepción del encuestado sino también enfrentarlo a situaciones problema con alternativas de solución, para que él argumente y construya significados en el ámbito de la sustentabilidad y la actividad artística.

Efectuar estudios longitudinales en el tiempo con muestras de mayor tamaño o en diversas instituciones de educación media básica y tecnológica, para poder extrapolar los resultados a otros colectivos.

8.3. Categorización de la habilidad de análisis del PC

En el ítem anterior se identificaron los criterios que evidenció cada grupo al responder los instrumentos, a continuación, se hizo una medición de la habilidad de análisis del pensamiento crítico por niveles, de acuerdo con las características de las respuestas obtenidas con cada grupo. El nivel de categorización lo determinó la pregunta 4 que tuvo como objetivo resolver problemas en el contexto, pero sin embargo, se determinó un nivel para cada pregunta y obtener un panorama más amplio de los tres grupos.

Pregunta 2: Del anterior listado, seleccionar cuales consideras son sustancias químicas

Grupo	Objetivo: Reconoce las sustancias químicas que utiliza para las actividades artísticas	Nivel
0	Establece como sustancias químicas a las pinturas y líquidos utilizados en las actividades artísticas	Nivel II/ Básico
1	Establece como sustancias químicas a las pinturas y líquidos utilizados en las actividades artísticas	Nivel II/ Básico
2	Establece como sustancias químicas a las pinturas y líquidos utilizados en las actividades artísticas	Nivel II/ Básico

Pregunta 3: ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?

Grupo	Objetivo: Identifica el elemento tóxico que está en las pinturas.	Nivel
0	- Pinturas	-
1	Reconoce el cadmio como componente tóxico	Nivel I/ Bajo
2	Reconoce el cadmio como componente tóxico	Nivel I/ Bajo

Pregunta 4. Describir el proceso que usted cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística

Grupo	Objetivo: Propone soluciones para la disposición de residuos de pinturas, al terminar cada actividad artística dentro de la institución.	Nivel
0	La solución que propone no requiere de ningún conocimiento científico.	Nivel I/ Bajo
1	La solución que propone requiere conocimiento científico y es válido como alternativa de solución al problema	Nivel III/ Superior
2	La solución que propone anuncia técnicas de conocimiento científico, pero, no es una alternativa de solución para el problema.	Nivel II/ Básico

Pregunta 5. Describir lo que piensas acerca de: Ambiente

Grupo	Objetivo: Relaciona el ambiente con la sustentabilidad	Nivel
0	Menciona la definición de ambiente	Nivel I/ Bajo
1	Menciona la definición de ambiente	Nivel I/ Bajo
2	Menciona como afecta la acción del hombre en el ambiente.	Nivel II/ Básico

Pregunta 5. Describir lo que piensas acerca de: Contaminación

Grupo	Objetivo: Vincula en la descripción de contaminación, los contaminantes emergentes.	Nivel
0	-	-
1	Menciona la contaminación emergente que causa el hombre	Nivel II/ Básico
2	Menciona la contaminación emergente que causa el hombre	Nivel II/ Básico

En la identificación y caracterización de la habilidad de análisis del PC el grupo 1 refleja que desarrolló los criterios propuestos por Facione (2007) para la resolución de problemas afirmando con los resultados obtenidos en la categorización este grupo presenta el nivel III/Superior. El grupo 2 por el contrario en los resultados anteriores tiene un déficit en los criterios para desarrollar la habilidad, contrastando con los resultado de la categorización se encuentra en un nivel II/ básico reflejando que el desarrollo de la habilidad no fue el esperado. Estas diferencias entre los grupos intervenidos, se siguieron analizando desde los datos obtenidos en la observación donde se obtuvieron factores que limitan el desarrollo de la habilidad.

8.4. Observación

Dentro de la observación participante en la estrategia didáctica del investigador con los grupos 1 y 2, se evidencia un factor repetitivo, lo que llama la atención que uno de los factores que plantean los estudiantes, que no permite la sustentabilidad, “*es la pereza*” (expresión utilizada por los estudiantes). Al indagar entre los estudiantes, expresan que son conscientes de que tener los conocimientos científicos no es sinónimo de actuar racional y lógicamente, puesto que existe una predisposición ante cualquier acción que favorezca la sustentabilidad, dado que no encuentran placer o satisfacción para realizar esa acción, siendo esta la causa de una mala acción frente a la sustentabilidad.

Bono (2011) propone que lo que enseñamos los profesores, aunque se apruebe no quiere decir que llegue a ser un aprendizaje eficaz, aplicable y si es el caso para desarrollar habilidades del pensamiento crítico; el aceptar este tipo de consecuencias como profesores es el primer paso para establecer la realidad dentro del aula como estrategia didáctica.

En la solución de problemas que se desarrolló dentro de la estrategia didáctica se evidencia que ante cualquier problema existe una predisposición, pero cuando se busca soluciones con un beneficio económico se desarrolla una relación entre la satisfacción y el conocimiento científico; para el desarrollo de la habilidad de análisis se requiere solucionar problemas que permita evidenciar su pensamiento para luego hacer una actuación racional y lógica (Facione, 2007) donde la didáctica juega un papel fundamental para la enseñanza, aprendizaje y pensamiento crítico desde la ciencia. (Tamayo, 2012)

9. CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permiten afirmar que:

El trabajo implementado como estrategia didáctica sobre composición química centrado en sustentabilidad y actividad artística, propició un nivel diferente del desarrollo de la habilidad de análisis crítico en los estudiantes. Esos resultados evidencian una diferencia mayor entre los grupos 1 y 2 con los que se trabajó la estrategia frente al grupo control 0.

El trabajo en el aula basado en la estrategia didáctica sobre composición química mediante resolución de problemas permitió relacionar las áreas de ciencias y de artes, desde la perspectiva de la relación sustentabilidad ambiental y la actividad artística,

La habilidad de análisis del pensamiento crítico fue caracterizada en tres tipos de acciones y perspectivas que incluyeron: Relación entre la actividad artística y la sustentabilidad, solución de problemas y argumentación frente a los conceptos científicos. Vista la relación entre la actividad artística y la sustentabilidad, desde el desequilibrio que fomentan los residuos de las pinturas al realizar actividades artísticas (como contaminantes emergentes) en la sustentabilidad, por otro lado, la solución de problemas en el contexto escolar que favorezca la sustentabilidad y la argumentación frente a los conceptos científicos que se abordaron desde la estrategia didáctica.

Se diseñó e implementó una estrategia didáctica que permitió promover la habilidad de análisis del pensamiento crítico desde la articulación de la sustentabilidad y la actividad artística en los grupos objetivo.

Los resultados finales arrojados por los grupos muestran que el grupo 0 no manifiesta la habilidad de análisis del pensamiento crítico. Con el grupo 1 se logró una identificación y caracterización de la habilidad de análisis con un mayor nivel que con el grupo 2. Con ello se podría afirmar que en parte la estrategia propició cambios en esta habilidad en los estudiantes. El grupo 2 manifiestan alguna habilidad de análisis (nivel 2) más no su integración a su actuación y relación con el ámbito. El grupo 1 se aproxima a un nivel 3 dadas las manifestaciones de su progreso en relación con su actuación frente a problemas ambientales (manejo de residuos de pinturas en la actividad artística)

La diferencia entre de los grupos experimentales fue marcada particularmente en los planos relacionados con la argumentación, la extensión del lenguaje y la formulación de estrategias de solución a problemáticas de corte ambiental.

10. RECOMENDACIONES

En la evaluación de habilidades del pensamiento crítico se sugiere no solamente emplear el punto de vista o la percepción del encuestado sino también enfrentarlo a situaciones problema con alternativas de solución, para que él argumente y construya significados en el ámbito de la sustentabilidad y la actividad artística desde el conocimiento científico.

Efectuar estudios longitudinales en el tiempo con muestras de mayor tamaño o en diversas instituciones de educación media básica y tecnológica, para poder extrapolar los resultados a otros colectivos.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adúriz-Bravo & Izquierdo, (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma.

Alonso F, V. (2013). PINTURAS, BARNICES Y AFINES: Composición, formulación y caracterización. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Amador Bedolla, Carlos. (2013). Sustentabilidad y Educación Química. *Educación química*, 24(2), 182-183.

Aponte Páez, Freddy Alexis; (2007). La sustentabilidad urbana en las ciudades.. Boletim Goiano de Geografía, Enero-Junio, 11-33.

Barcélo, D., & López de Alda, M. J. (s.f.). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes. PANEL CIENTÍFICO-TÉCNICO DE SEGUIMIENTO DE LA POLÍTICA DE AGUAS, 12-18.

Bono Santos, E. (2011). La calidad de los aprendizajes en la enseñanza secundaria. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 15 (2), 345-356.

Cachapuz, Antonio Francisco; (2007). Arte y ciencia: ¿qué papel juegan en la educación en ciencias? Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, abril, 287-294.

Cancela, R; Cea, N; Galindo, G; & Valilla, S. (2010). Metodología de la investigación educativa: Investigación es post facto. Universidad Autónoma de Madrid.

Capilla, Rubicel Manuel. (2016). Habilidades cognitivas y aprendizaje significativo de la adición y sustracción de fracciones comunes. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(2), 49-62

Causado Escobar, R; Santos Carrasco, B; & Calderon Salas, I. (2015). Desarrollo del pensamiento crítico en el área de ciencias naturales en una escuela de secundaria. Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin, 4(2), 17 a 42.

Chávez, D (s.f.). Conceptos y técnicas de recolección de datos de la investigación. 1 a 20.

Daly H. (2002). Desarrollo sustentable. *Aportes*,7.(1), 1 a 22.

Di Mauro, María Florencia; Furman, Melina; Bravo, Bettina; (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, Diciembre, 1-11.

Facione P. (2007). *Pensamiento Crítico: ¿Qué es y porque es importante?* Eduteka

Fargas, Joaquín; (2008). EL ENCUENTRO DEL ARTE, LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. *Razón y Palabra*, noviembre-diciembre.

FONSECA, Ma, AGUADED J. (2007) "Enseñar en la universidad. Experiencias y propuestas de docencia universitaria" La Coruña: Netbiblo

Gallego Badillo, Pérez Miranda y Franco Moreno. (2016). *Lecturas en didáctica de la química*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

García-Gómez, C., & Gortáres-Moroyoqui, P., & Drogui, P. (2011). Contaminantes emergentes: efectos y tratamientos de remoción. *Química Viva*, 10 (2), 96-105.

GIMENO SACRISTÁN, J. (1986) *La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia*, Madrid, Morata.

Gil, Miriam Janet, Soto, Adriana María, Usma, Jorge Iván, & Gutiérrez, Omar Darío. (2012). Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción + Limpia*, 7(2), 52-73.

Hernández Sampieri, Roberto. (2006). *Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explícita*. Metodología de la investigación. México: McGraw – Hill, pp. 57-68.

Joselevich, M. (2011). La química está en todos lados: ¿también en la pintura?. *Química Viva*, 10 (3), 253-266.

Klimovsky, Gregorio (1994). *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*. Buenos Aires, A-Z editora. Capítulo 1.

Krumm, Gabriela, Lemos, Viviana, *Actividades artísticas y creatividad en niños escolarizados argentinos*. *International Journal of Psychological Research* [en línea] 2012, 5 (Sin mes)

Martínez, K; Souza, V; Bucio, L; Gomez, L; & Gutierrez, M. (2013). Cadmio: efectos sobre la salud. Respuesta celular y molecular. *Acta Toxicol. Argent.* 21 (1): 33-49

Obaya. A. y Ponce R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza-aprendizaje en el área de Químico-Biológicas. *Revista Contactos. Escuela Normal Superior de Maestros. México.* Pág. 19–25

Peña Campos, Mario Alberto, Trejo Pérez, Romina, ACTIVIDADES ARTÍSTICAS COMO ESTRATEGIA PARA LA E-A DE MATEMÁTICAS EN PRIMARIA. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*

Pérez García, P., & Azcona Cruz, M. (2012). Los efectos del cadmio en la salud. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 17 (3), 199-205.

Pérez, María Emilia, Manuel Ruiz, Diego, Schneider, Marcela, Autino, Juan Carlos, & Romanelli, Gustavo. (2013). La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas. *Ciencia en Desarrollo*, 4(2), 83-91.

Piñón Gaytán, Francisco; (1999). Ciencia y arte (Una reflexión histórico filosófica). *Signos Filosóficos*, julio-diciembre, 57-79.

Rodríguez Jiménez, Andrés; Comendeiro Torres, Irene; Pérez Torres, Wilmaris; (2009). Caracterización de habilidades científico-investigativas en un colectivo de profesores de Química. *Panorama Cuba y Salud*, Enero-Abril, 47-55.

Santiago, I.. (2003). Contaminación por agentes químicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 26(Supl. 1), 181-190.

Tamayo A., O., & Zona, R., & Loaiza Z., Y. (2015). EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA EDUCACIÓN. ALGUNAS CATEGORÍAS CENTRALES EN SU ESTUDIO. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 11 (2), 111-133.

Tamayo A, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *Revista TED*. N° 36. pp25-46

Universidad de Antioquia. (s.f.) El cuestionario. El instrumento de recolección de información de la técnica de la encuesta social. CENTRO DE ESTUDIOS DE OPINION.

Zea Claudia. (2000). Informática y escuela: enfoque global. Fondo editorial Universidad EAFIT. Medellín.

Zuñiga Francisco. (1999) *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados* Ed. Universidad Autónoma de Yucatán, México.

ANEXO 1



ESTRATEGIA DIDÁCTICA (ED)

COMPOSICIÓN QUÍMICA: SUSTENTABILIDAD Y ACTIVIDAD ARTÍSTICA.

*Paola Andrea López Moreno
Universidad Pedagógica Nacional*

DESCRIPCIÓN

La implementación de esta estrategia busca fomentar el desarrollo de la habilidad de análisis de pensamiento crítico (PC), a partir de la argumentación, toma de decisiones y planteamiento de soluciones, sumergidas en cada una de las actividades propuestas, donde se incluyen la sustentabilidad ambiental desde la actividad artística que se realiza en el Colegio Gabriel Betancourt Mejía I.E.D. (grado octavo), con el concepto de composición química, tomando las implicaciones en el ambiente por los residuos generados de las pinturas utilizadas en las actividades artísticas, centrado en la enseñanza del cadmio (elemento en la composición química de pigmentos de algunas pinturas) como contaminante emergente; consta de seis actividades; las actividades iniciales (AI) se encuentran asociadas con el proyecto “arte y ciencia” en donde se relacionan dos actividades artísticas como representaciones de los conceptos de ciencias. Se establece una actividad de desarrollo (AD) como proyecto de ciencias y tres actividades de evaluación (AE), en las que se sigue el cumplimiento del plan curricular para el

grado octavo, en el área de ciencias naturales, lo que implica contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, descritos en la estrategia.

JUSTIFICACIÓN

El diseño y desarrollo de estrategias de enseñanza de las ciencias para estudiantes de educación media, en la Práctica Pedagógica y Didáctica desarrollada en una institución oficial en educación básica, con el proyecto de aula “Arte y Ciencia” de las profesoras de ciencias y artes, hacen evidentes factores que limitan el desarrollo de un pensamiento crítico. Una caracterización de estos factores, para el desarrollo de habilidades esenciales del pensamiento crítico para dichos estudiantes, permite una acción racional y lógica frente a su discurso y conocimiento científico. A partir de lo anterior, la estrategia didáctica plantea, desde el plan curricular, la composición química como prioridad de enseñanza reflejada en la sustentabilidad y actividad artística, donde se tomó el elemento cadmio, componente de algunas pinturas y contaminante calificado como emergente por su pequeña cantidad no regulada desde los residuos de pinturas, como referente de estudio.

Por otro lado, una formación científica demanda de parte de los estudiantes, un pensamiento crítico. Las habilidades de este tipo de pensamiento se propician en la experimentación y la formulación de preguntas donde genera en los estudiantes una manera de ver la vida, hábitos que permiten acudir a la racionalidad y a la lógica ante problemas que ha de enfrentar. El problema ambiental que implican los contaminantes emergentes demanda comprensión de sus alcances y soluciones con base en un análisis crítico factible a través del desarrollo de habilidades de representación e interpretación científica de la situación. Siendo este un problema didáctico cuya alternativa de solución se plantea el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico para estudiantes de educación media, puntualmente la habilidad de análisis.

METODOLOGÍA

La ED está diseñada para un trabajo en el aula con aprendizaje en la cooperación entre el curso, en el que pretende dar significado a los conceptos y su relación de manera social las implicaciones de dicho concepto, lo que lleva al estudiante a desarrollar habilidades para que elabore su construcción conceptual. El AC busca una ayuda mutua de la misma manera que el PC, donde se proponen una misma

meta que favorezca de manera grupal, “impulsará a los miembros más favorecidos a ayudar a los menos favorecidos y a estos a superarse” (Linares, s.f.)

A continuación, se presenta los objetivos junto con las competencias sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden, por el MEN y los contenidos que se abordan en esta ED:

Tabla 1. Estructura ED.

Objetivo general	Objetivos específicos	Competencias MEN – 8°	Contenidos.
Desarrollar la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico en estudiantes de grado octavo.	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar las implicaciones ambientales de los desechos de las pinturas desde el conocimiento científico. • Conocer los fundamentos conceptuales de la composición química de las pinturas para establecer un criterio de implementación frente a la sustentabilidad. • Caracterizar el desarrollo de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico. 	<p>Describo procesos físico y químicos de la contaminación atmosférica.</p> <p>Comparo información química de las etiquetas de productos manufacturados por diferentes casas comerciales.</p> <p>Analizo críticamente para el desarrollo del pensamiento crítico frente a cualquier situación.</p>	<p><i>Ecosistemas:</i> diferencia de los tipos de ecosistemas y su relación con la sustentabilidad.</p> <p><i>Introducción a la biodiversidad:</i> Identificación de las diferentes especies en los ecosistemas y conservación de estas.</p> <p><i>Metales de transición:</i> Toxicidad y ciclos biogeoquímicos de los metales pesados</p> <p><i>Composición química de las pinturas:</i> reconocer las sustancias químicas que compone la pintura</p> <p><i>Sustentabilidad:</i> Definición y relación en el contexto escolar.</p>

Las actividades de la ED están diseñadas para el área de ciencias en el grado octavo, donde se incorpora la sustentabilidad y la actividad artística con la composición química, en la cual se establecen una serie de actividades de

acuerdo a los objetivos con las concepciones de los estudiantes, relacionando los estudiantes con habilidades artísticas con los estudiantes que evidencian un conocimiento científico frente a sus notas, dividiendo en tres fases las actividades, actividades iniciales (AI), actividad de desarrollo (AD) y actividades de evaluación (AE) como se muestra a continuación:

Tabla 3. Descripción de las actividades de la ED

Fase	Actividad	Descripción	Duración
AI	I y II	<p>Para la primera actividad el estudiante debe realizar una representación gráfica en la técnica de vitrales sobre los ecosistemas, para ello cuenta con la explicación de clase y la consulta autónoma, donde debe cumplir con los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe consultar un ecosistema en específico: sobre él indague sus problemas ambientales, ubicación geográfica y recorridos históricos. • A partir de la consulta debe relacionar cada uno de los ítems especificados representando mediante la técnica de vitrales, sin utilizar palabras o jeroglíficos. • Debe ser en un vidrio de tamaño 30 x 30 cm • Describir el proceso de desecho de los residuos de las pinturas utilizadas en la técnica • Cuentan con 5 minutos para explicar su representación. <p>Para la segunda actividad, de acuerdo con la explicación del tema de biodiversidad, el video de apoyo y la consulta, represente por medio de la técnica de vinilos:</p> <p>Instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escoge una especie vista en clase • Consulta: ubicación geográfica, problemas ambientales, influencia del humano en la extinción y las especies. • A partir de la consulta y lo visto en clase representa el cuidado que debe tener el ser humanos con la biodiversidad, según la especie escogida. • Debe ser en dos pliegos de cartulina únicamente con vinilos, no se debe escribir nada, ni jeroglíficos. • Describir el proceso de desecho de los residuos de las pinturas utilizadas en la técnica • Cuentan con 15 minutos para explicar su representación. 	12 semanas
AD	III	En la actividad tres, se genera un tiempo aproximado para distribuirlo en tres entregas, las instrucciones y ejemplos los	12 semanas

		<p>encuentra en la siguiente página web elaborada por la autora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • http://colegiogbm.wixsite.com/museoarteyciencia <p>En esta página se encuentran los parámetros para la elaboración del proyecto de ciencias y las líneas que puede escoger, las retroalimentaciones se harán de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrega de la propuesta de proyecto • Revisión de las correcciones y aprobación • Entrega del proyecto final 	
AE	IV, V Y VI	<p>Estas actividades son una secuencia para evaluación en el siguiente orden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instrumento 1: debe contestar en máximo 10 minutos los pensamientos acerca de: ambiente y contaminación. • Clase explicativa: Se realiza una contextualización de los temas de sustentabilidad, actividad artística, contaminantes emergentes y composición química de las pinturas. (Anexo 2) Se plantea el problema ambiental que se puede estar ocasionando al no dar un buen manejo a los residuos de las pinturas utilizadas en las actividades artísticas. • Mapa mental: de acuerdo con la lectura “composición química de las pinturas” debe realizar un mapa mental con los siguientes parámetros: <ul style="list-style-type: none"> ✓ mínimo una hoja tamaño oficio, ✓ letra legible ✓ en esfero ✓ sin tachones ✓ las palabras que no entiendas, pregúntale al profesor. • Debate: Se dispone de dos grupos dentro del salón de clase, donde un grupo será quienes den soluciones, el otro grupo planteará los problemas y el profesor será el moderador, para las siguientes temáticas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Contaminación ambiental ➤ Actuaciones sociales frente al ambiente ➤ Concientización ambiental • Instrumento 2: Con el objetivo de indagar sobre el desarrollo de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico, como criterio de evaluación para esta propuesta didáctica, se implementa este instrumento. 	1 semana

Rol del estudiante:

Esta propuesta didáctica se ha diseñado considerando al estudiante con habilidades artísticas y conocimiento de las técnicas de vitrales y vinilos, se requiere que tenga capacidad de análisis y comprensión frente a la construcción de sus conocimientos, en este caso la relación de la actividad artística con la sustentabilidad para el aprendizaje de la composición química.

Las actividades propuestas pretenden que el estudiante construya los significados de los conceptos y sus

implicaciones ambientales, desde las actividades y clases contextualizadas, siguiente, pueda llevar su conocimiento a lo social desde el aprendizaje cooperativo en el que domine un tema en específico sobre el ambiente destacando el análisis como primordial para la actuación frente a una problemática, y por último, relacionar las construcciones conceptuales de la sustentabilidad y la actividad artística con la composición química de las pinturas, para ampliar los modos de ver el mundo enfocando el análisis en esta relación hacia el pensamiento crítico.



Rol del profesor:

Se requiere que el profesor sea un instructor en cada una de las actividades propuestas y que en conjunto con sus clases implemente esta propuesta didáctica y relacione más actividades que puedan cumplir con el objetivo en los temas de ecosistemas, biodiversidad, composición química, metales pesados relacionados con la sustentabilidad desde la actividad artística, con la finalidad de que el estudiante pueda llevar el conocimiento a su contexto.

Existe un papel fundamental para esta ED en el profesor y es la observación, en cada una de las actividades que realiza el estudiante, dado que el PC se evidencia por medio de la actuación racional y

lógica de las personas; por lo anterior cualquier comportamiento diferente en los estudiantes dentro del aula y fuera de esta, puede evidenciar la caracterización de la habilidad de análisis que favorezca el PC.

Para la AE; el primer instrumento: pensamientos acerca de ambiente y contaminación, se elabora con la finalidad de tener un punto control con respecto a las construcciones teóricas frente a estos conceptos antes de intervenir con la última actividad evaluativa, el segundo instrumento: Caracterización de la habilidad de análisis que favorezca el pensamiento crítico, busca determinar si el estudiante cumple con los criterios en nivel superior que caracteriza la habilidad de análisis, basado en las actividades propuestas por (Facione ,2007)

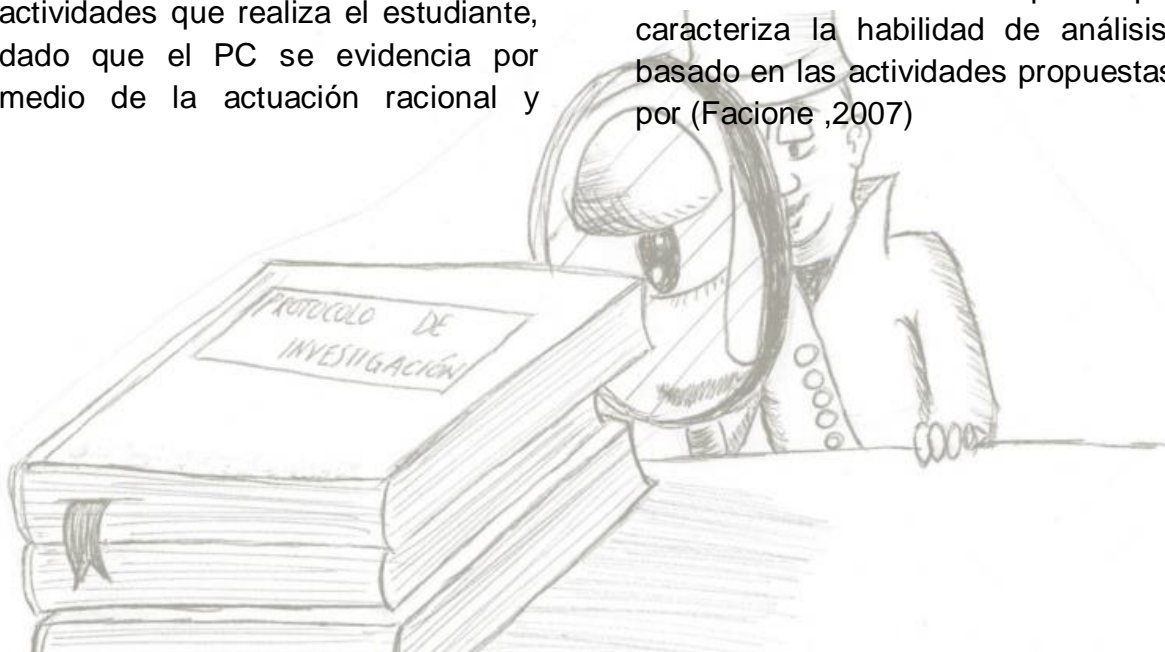


Tabla 2. Criterios de evaluación - caracterización de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico

Criterio	Nivel I/ Bajo	Nivel II/ Básico	Nivel III/ Superior
1. Reconoce las sustancias químicas que utiliza para las actividades artísticas	Establece como sustancias químicas solo a las pinturas	Establece como sustancias químicas a las pinturas y líquidos utilizados en las actividades artísticas	Establece a todos los materiales como sustancias químicas
2. Identifica el elemento tóxico que está en las pinturas.	Reconoce el cadmio como componente tóxico	Reconoce que existen diferentes elementos tóxicos en las pinturas	Reconoce que hay elementos tóxicos en cualquier composición
3. Relaciona el ambiente con la sustentabilidad	Menciona la definición de ambiente	Menciona como afecta la acción del hombre en el ambiente	Menciona la acción del hombre en el ambiente y el equilibrio que debe lograr para la sustentabilidad
4. Vincula en la contaminación, los contaminantes emergentes	Menciona la definición de contaminación	Menciona la contaminación emergente que se puede causar a partir de los residuos de las pinturas	Menciona la contaminación emergente como sustancias no reguladas en aguas residuales.
5. Propone soluciones para la disposición de residuos de pinturas, al terminar cada actividad artística dentro del colegio.	La solución que propone no requiere de ningún conocimiento científico.	La solución que propone anuncia técnicas de conocimiento científico, pero no es una alternativa de solución.	La solución que propone requiere conocimiento científico y es válido como alternativa de solución.

ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Al iniciar la clase se implementa el instrumento 1, donde los estudiantes cuentan con 5 minutos para contestar de manera individual.

Instrumento 1

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA

COLEGIO GABRIEL BETANCOURT MEJIA IED

Nombre: _____

Fecha: _____

Curso: _____

¡Parece un examen, pero no lo es!

Queremos saber qué piensas acerca de:

a) ambiente

b) contaminación

c) composición química

Actividad IV. Mapa mental

Lee el siguiente texto “Composición química de las pinturas” y realiza un mapa mental que debe tener:

- mínimo una hoja tamaño oficio,
- letra legible
- en esfero
- sin tachones
- las palabras que no entiendas, pregúntale al profesor.

Lectura: Composición química de las pinturas

La definición para los tipos de pintura líquida que se utiliza en las actividades artísticas, es una mezcla heterogénea de los componentes: ligante, pigmentos, disolvente y aditivos; en los que al aplicar se seca y forma una película continua de espesor medianamente uniforme (Alonso, 2013). Dependiendo del tipo de pintura, cambiarán sus composiciones, pero para este trabajo de investigación se utiliza la composición genérica mencionada anteriormente.

Ligante: Es el componente que permite que todas las partículas de la pintura, una vez esté seca se mantengan unidas. Son polímeros que confieren a las pinturas las propiedades de:

- Resistencia química
- Dureza
- Elasticidad
- Adherencia
- Viscosidad
- Secado
- Otros.

Pigmentos: Pueden ser compuestos orgánicos e inorgánicos que generan el color y poder cubriente en las pinturas, son opacos en cualquier textura. Su composición es en diferentes óxidos, sulfuros, cromatos, entre otros, que pueden estar compuestos por metales pesados, ejemplo: el color amarillo que de manera inorgánica contiene sulfuro de Cadmio.

- Sulfuro de cadmio: principalmente es para la pintura de color amarillo, pero se fabrican en diferentes tonalidades de naranja y rojo.
- Cadmio (Cd): Es un metal pesado que se considera un contaminante, puede producir una variedad de efectos adversos para los humanos y el ambiente. (Martínez, K; y otros, 2012).

Disolventes: Por lo general es agua, alcoholes, cetonas, ésteres, aromáticos y otros productos orgánicos que proporcionan a la pintura textura: manejabilidad, aplicabilidad, etc. Además, regula la velocidad de evaporación.

Aditivos: Se utilizan pequeñas cantidades de humectantes, dispersantes, espesantes, antioxidantes, gelificantes, antimoho, antiespumantes, etc, para crear las condiciones adecuadas para que el secado se produzca uniformemente y su periodo de almacenamiento sea estable.

El metal pesado se define como metales que tienen una densidad mayor o igual a 5 g/cm^3 (Barceló y Poschenrieder, 1992), se interpretan como tóxicos, pero no todos los metales pesados son tóxicos ni todos los elementos tóxicos son metales pesados, elemento pesado es para referirse a la toxicidad y sus efectos en los humanos desde la industria desde los ciclos biogeoquímicos, específicamente se trabaja el cadmio en esta investigación como contaminante (Davis, 1980), encontrado como asociado a minerales secundarios, potencialmente tóxico en rocas y suelos, junto con el plomo como fuente antrópica de la pintura (Fergusson, 1990).

Actividad V. Debate – Observación

Se dispone de dos grupos dentro del salón de clase, donde un grupo será quienes den soluciones, el otro grupo planteará los problemas y el profesor será el moderador, para las siguientes temáticas:

- Contaminación ambiental
- Actuaciones sociales frente al ambiente
- Concientización ambiental

Actividad VI.

Con el objetivo de indagar sobre el desarrollo de la habilidad de análisis para favorecer el pensamiento crítico, como criterio de evaluación para esta propuesta didáctica, se propone el siguiente instrumento.

Instrumento 2

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

COLEGIO GABRIEL BETANCOURT MEJIA IED

Nombre: _____

Fecha: _____

Curso: _____

Lee atentamente cada una de las preguntas y responde de acuerdo a tus conocimientos adquiridos, cuentas con un tiempo de 10 minutos.

A. Escribe los materiales que con mayor frecuencia se utilizan en las actividades artísticas.

B. Del anterior listado, seleccionar cuales consideras son sustancias químicas

Sustancias químicas

C. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?

D. Describir el proceso que usted cree que debe seguir para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística.

E. Describir lo que piensas acerca de:

 Ambiente:


 Contaminación:

ANEXO 2

Presentación de la estrategia didáctica.

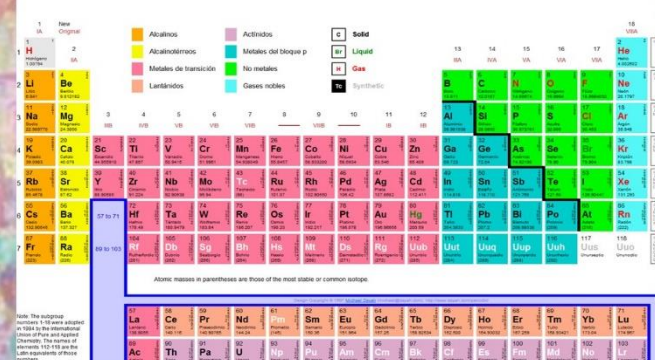
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PINTURAS

PAOLA ANDREA LÓPEZ MORENO
LIC. QUÍMICA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

- **LIGANTES**
MONÓMERO → POLÍMERO
- **Ejemplo de monómeros:**
 - La **glucosa** es el monómero del **almidón**.
 - Los **aminoácidos** son los monómeros de la **proteína**.
- **DISOLVENTES**

- **ADITIVOS**
 - **PIGMENTOS**
 Formulación General de los óxidos

$$E^x O^2 \rightarrow E_2O_x$$
 Donde:
 - x = número de oxidación del elemento E
 - 2 = número de oxidación del oxígeno
$$E_2O_x \begin{cases} \blacktriangle \text{ si E es metal} \rightarrow \text{ácido básico} \\ \blacktriangle \text{ si E es no metal} \rightarrow \text{anhídrido} \end{cases}$$
 - **ANTIPIEL**
 - **PLASTIFICANTES**
 - **SECANTES**
 - **ANTIABRASIVOS**
 - **DISPERSIVOS**
 - **ANTISEDDIMENTO**
 - **DEFLOCULANTES**
 - **ANTICRATER**
 - **ABSORVENTES UV**

Tabla Periódica de los Elementos



Alc. masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Note: The supposed elements 112 were a proposal in 1994 by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) and were later confirmed in 2010. Elements 112-118 are the Lanthanides and Actinides.

CADMIO

- TABLA PERIODICA
- AMARILLO DE CADMIO
- METAL PESADO
- NATURALEZA (MINERALES)
- TOXICIDAD:
 - * ANEMIA
 - * CÁNCER
 - * ANOMALÍAS EN EL CEREBRO



METALES PESADOS

- AUCENCIA
- CONCENTRACIONES
- EXCESOS



- SÓLIDOS
- METALES DE TRANSICIÓN
- ÓXIDOS
- TÓXICOS
- CADMIO

PIGMENTOS





SINTOMAS

- VOMITOS
- NAUSEAS
- COLICOS
- DIARREA
- PROBLEMAS RENALES
- FRAGILIDAD OSEA

CONTAMINANTES EMERGENTES

Aquellos que corresponden en la mayoría de los casos a contaminantes no regulados, que pueden ser candidatos a regulación futura dependiendo de investigaciones sobre sus efectos potenciales en la salud y los datos de monitoreo con respecto a su incidencia.

SUSTENTABILIDAD

«Cualquier sociedad sustentable debe aportar seguridad y suficiencia material para todos»

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

ANEXO 3

FOTOS PROYECTO "ARTE Y CIENCIA"





Fuente: Autora

ANEXO 4

VITRALES

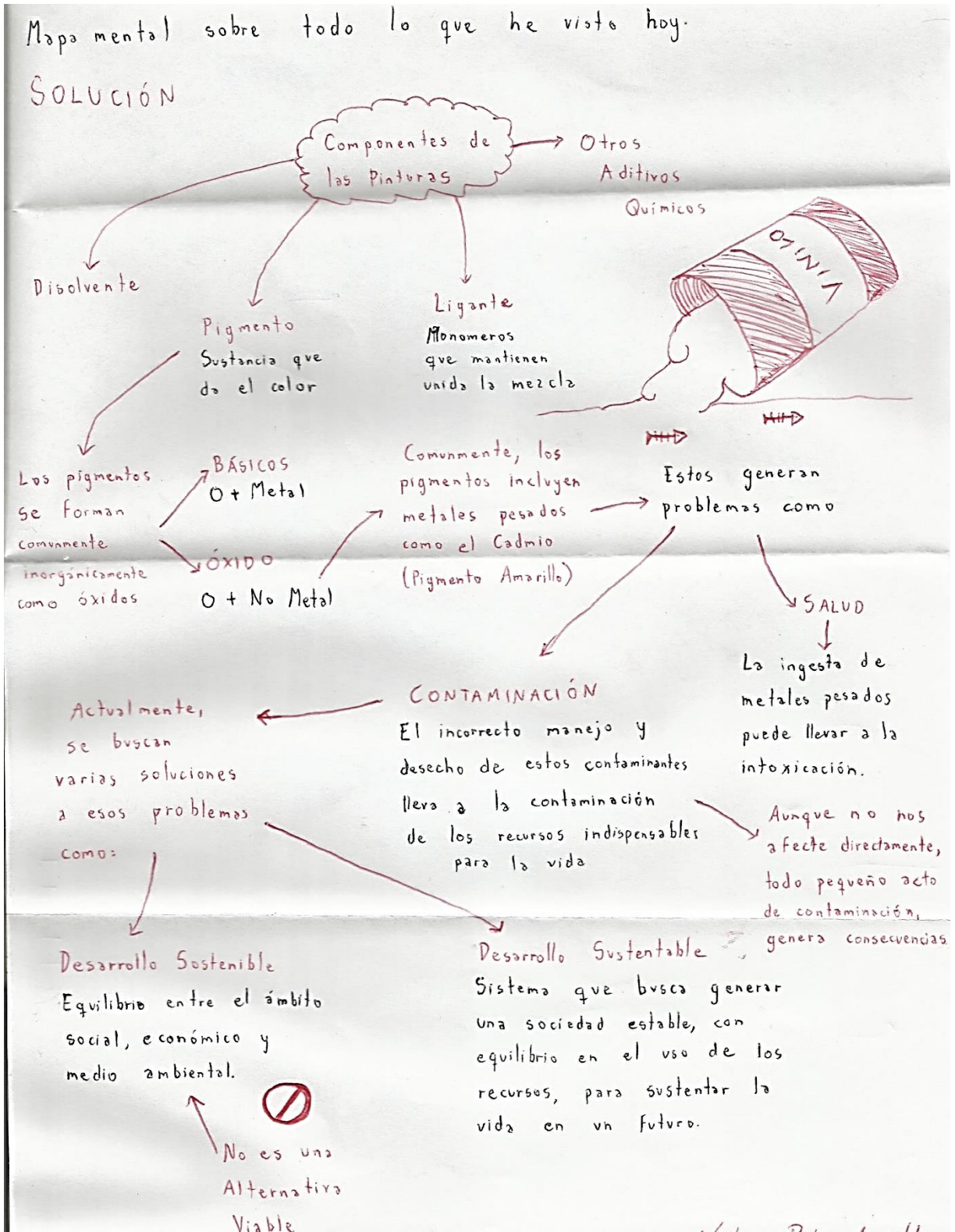


Fuente: Autora

Vitrales realizados por los estudiantes del Colegio Gabriel Betancourt Mejía grado octavo.

ANEXO 5

Mapa mental de la estrategia didáctica por el estudiante 12 del grupo 1



ANEXO 6

Aplicación del instrumento 2 en la estrategia didáctica

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN QUÍMICA

COLEGIO GABRIEL BETANCOURT MEJIA IED

Nombre: Isora Valentina Perez Vargas
Fecha: 31 de octubre 2017
Curso: 802

De acuerdo con las clases de artes y ciencias:

1. Hacer una lista de los materiales que con mayor frecuencia se utilizan en las actividades artísticas
2. Del anterior listado, seleccionar cuáles consideras son sustancias químicas
3. ¿Cuáles de estos materiales son contaminantes? Explicar ¿por qué?
4. Describir el proceso que se sigue para desechar los residuos de las pinturas, cuando se termina una actividad artística. (Plantea una alternativa para un buen desecho).
5. Describir lo que piensas acerca de:
 - a) ambiente
 - b) contaminación

a) ¿qué entiende usted como contaminante, por el medio ambiente
b) medio ambiente
c) composición química

a) Contaminante: Entiendo como bien dice la palabra contaminante es contaminación es todo aquello que contamina por ejemplo un ecosistema contaminado el agua, aire es aquello que daña un ecosistema porque se contamina muere lo vivo por la contaminación

El medio ambiente: es el medio o espacio donde estamos ya sea por ejemplo en un ecosistema

Composición química: la composición química es el proceso de fotosíntesis, de la transformación o evaporización del agua a nubes

Desarrollo del cuestionario

- 1
- temperas
 - trapo
 - pincel
 - agua
 - hojas

- acuarelas
- paleta

2 las temperas, acuarelas

3 Por ejemplo el trapo ya que cuando uno limpia el pincel y se lava el trapo el agua se contamina por sus sustancias químicas y por los pigmentos ya que el agua por más proceso de limpieza el color no se va ir el pigmento queda en el agua, lo mismo pasa con el vaso de agua al limpiar

4 Sería buscar otras formas para poder desechar los residuos de las pinturas por ejemplo reemplazar el agua porque sabemos que el agua se contamina con las pinturas por el pigmento ya sea utilizando un trapo y tener ese trapo y no reemplazarlo y estando limpiando con vaselina podría ser una opción.

5 Contaminación = es todo aquello que se contamina por basura o el humo de los carros o el de las fabricas todos esos desechos que botan en el mar las fabricas.

Ambiente = puede ser un espacio por ejemplo un humedal ya que hay vida o podría ser un ambiente donde hay contaminación y hay problemáticas en el ambiente