

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON LA BIOSORCIÓN DE  
COLORANTES ORGÁNICOS PRESENTES EN HUMEDALES ARTIFICIALES  
POR LA PLANTA BOTONCILLO DE AGUA (*Bidens laevis*) PARA  
FAVORECER ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS**

**DIANNY JESMID BOHÓRQUEZ VIVAS**

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

**2014**

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON LA BIOSORCIÓN DE  
COLORANTES ORGÁNICOS PRESENTES EN HUMEDALES ARTIFICIALES  
SOBRE BOTONCILLO DE AGUA (*Bidens laevis*) PARA FAVORECER  
ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS**

**DIANNY JESMID BOHÓRQUEZ VIVAS**

Trabajo de grado para optar al título de  
Licenciada en Química

**Directora**

Nubia Ladino Ospina  
M.sci

**Codirector**

Diego Alexander Blanco Martínez.  
M. sci.

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

**2014**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**JAIME ENRIQUE GUERRERO SANTAFE**  
Firma del Jurado

---

**PEDRO NEL ZAPATA CASTAÑEDA**  
Firma del Jurado

**BOGOTÁ D.C., 22 DE AGOSTO DE 2014**

## DEDICATORIA

A **Dios** por darme la oportunidad de vivir, crecer, conocer y existir en este maravilloso mundo. Gracias a él por la sabiduría, el conocimiento y su gracia. Por que a pesar de las caídas siempre me ha enseñado que lo más gratificante es levantarse y esforzarse por cumplir los sueños. Gracias por tantas bendiciones.

A mi madre **María Oliva Vivas** por su amor, comprensión y sincera compañía en este largo camino. Ella, la mujer que me dio la vida, le agradezco por cada uno de sus esfuerzos, por la confianza depositada en mí. Por ella y para ella este trabajo.

A mi familia, Mi papá Daniel, mis hermanas Nidia y Anny por su apoyo incondicional que a pesar de las dificultades tratamos de ser unidos.

A mis sobrinos Erick, Johan y Christopher porque con sus sonrisas, cariño y su compañía volví a ser un niño.

*Tú guardarás en completa paz a aquel cuyo pensamiento en ti persevera; porque en ti ha confiado.*  
*Isaías 26:3*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Mis más grandes agradecimientos a la Universidad Pedagógica Nacional y al departamento de Química por darme la oportunidad de crecer profesionalmente en sus instalaciones.*

*A los profesores Nubia Ladino Ospina y Diego Blanco por su apoyo incondicional. Porque creyeron en mi, me orientaron, por el tiempo, dedicación y conocimiento que me brindaron en este largo camino.*

*Al profesor Jaime Guerrero Santafé por sus sugerencias y orientaciones para llevar a cabo este trabajo.*


*A los profesores Jaime Augusto Casas y Rodrigo Rodríguez que han sido motivo de admiración para continuar en este camino de la docencia.*

*A mis amigos: Deissy Barrera, Xiomara Carvajal, Paola Marín, Yulieth Sanabria, Yira Charry, Andrea Salinas, Laura Coconubo, Zolangie González, Erika Pulido, Stella Morales, Heidi Páez, Lorena Montoya, Lina Araque, Karen Quiroga, Ana Rojas, Andrea Miramag, Liliana Soler, Nancy Soler, July Bernal, Pedro Bernal y Christian Toro porque han sido una gran bendición en mi vida. Les agradezco por sus consejos, las sonrisas, las lágrimas y las locuras que me permitieron compartir al lado de ustedes. Los llevo en el corazón.*

*A mis compañeros de clases, gracias por su compañía y enseñanzas. Dios les conceda firmeza en su andar.*

***“Aunque la visión tardará aún por un tiempo, mas se apresura hacia el fin, y no mentirá; aunque tardare, espéralo, porque sin duda vendrá, no tardará”.***

***Habacuc 2:3***

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código:	Versión: 01	
Fecha de Aprobación:	Página 1 de 1	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Estrategia didáctica relacionada con la biosorción de colorantes orgánicos presentes en humedales artificiales por la planta Botoncillo de Agua ( <i>Bidens laevis</i> ) para favorecer actitudes hacia las ciencias.
<b>Autor(es)</b>	Bohórquez Vivas, Dianny Jesmid
<b>Director</b>	Ladino Ospina, Nubia
<b>Publicación</b>	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 104 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional.
<b>Palabras Claves</b>	Colorantes artificiales, biosorción, actitudes favorables hacia las ciencias.

<b>2. Descripción</b>
<p>En la presente investigación se analizó el papel que juega el estudio de los procesos de absorción de colorantes artificiales por plantas acuáticas en el desarrollo de actitudes favorables hacia las ciencias en estudiantes de educación básica del grado once del IED Juana Escobar, a través de la implementación del módulo Colorantes Artificiales, generando alternativas de aprendizaje desde la cotidianidad del estudiante y coayudando a formalizar actividades didácticas bajo el enfoque CTSA, que conllevan a reconocer a los estudiantes como agentes activos en su comunidad capaces de tomar decisiones.</p>

### 3. Fuentes

BARMBY, Patrick. KIND, Per. JONES, Karen. Examining changing attitudes in secondary school science. En International journal of science education. 2002. 8 (30). 1075-1093.

BIDWELL.R.G.S. Fisiología vegetal. Balance hídrico de las plantas.1993. AGT editor.

BONILLA, Manuel, PINZÓN, Juan. Contribución al estudio de la influencia del botoncillo de agua (*Bidens laevis* BSP) sobre la calidad de agua en Marengo. Trabajo de grado Ingeniero Agrícola. Bogotá-Colombia Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ingeniería.2002. p.32.

Gil, M., Usma, J., Soto, A., Gutiérrez, O., Sánchez, G., y Jiménez, T. (2011). Decoloración de efluentes textiles que contienen colorantes reactivos empleando extracto de alcachofa. *Producción + Limpia. Julio - Diciembre. 6 (2), 19-31.*

MOLINA, Manuel., CARRIAZO, José y CASAS, Jaime Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. revista TED Enero - Junio pp. 103 – 122.

Schmidt, U. (1998). *Vegetación acuática y palustre de la sabana de Bogotá y plano del Rio Ubaté: aspectos ecológicos y taxonomía de la flora acuática y semiacuática.* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.

TORRES, Marco. La fisiología de la absorción y conducción de agua y minerales a través del xilema en plantas vasculares y el desarrollo de la inteligencia visual y espacial como propuesta para su aprendizaje. Trabajo de grado Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. 2012 p.

Vásquez, C. (2004). Tratamiento de los residuos líquidos del área de tinturados en flores de exportación con *Eichhornia crassipes* (Buchón de Agua). *Revista Lasallista de Investigación.* Diciembre. 1(2), 23 -27.

### 4. Contenidos

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal estructurar e implementar una estrategia didáctica relacionada con la biosorción de colorantes orgánicos presentes en humedales artificiales sobre botoncillo de agua para fortalecer actitudes favorables hacia las ciencias, por medio de actividades que permitan capacitar a la ciudadanía sobre las problemáticas ambientales de su contexto, promoviendo la formación de ciudadanos críticos, capaces de tomar decisiones y proponer soluciones eficaces desde los conocimientos disciplinares recibidos en el aula de clase. De esta manera, se caracteriza

las actitudes hacia las ciencia presentes en los estudiantes de grado undécimo del IED Juana Escobar y de acuerdo a los resultados obtenidos se construye el módulo Colorantes Artificiales para potenciar las categorías de actitud que presentan niveles bajos.

### 5. Metodología

La investigación se realizó en la Institución Educativa Distrital Juana Escobar, la cual se encuentra ubicada en el barrio San Rafael de la localidad cuarta de San Cristóbal Sur, Bogotá-Colombia. El grupo participante del estudio correspondió a 31 estudiantes del grado once. La investigación se llevó a cabo por medio de la observación participativa en el contexto escolar, desarrollada por una investigadora en las siguientes fases:

**Fase 1 Fundamentación teórica:** Comprende la recopilación bibliográfica de la información necesaria para la elaboración de los humedales artificiales para *Bidens laevis*, los mecanismos de absorción de agua en las plantas, las implicaciones ambientales que trae el vertimiento de sustancias toxicas a fuentes hídricas y el mejoramiento de las actitudes hacia las ciencias en estudiantes de secundaria. Por lo cual se hace una revisión de las bases teóricas, los antecedentes y conceptos apropiados para el manejo de los temas.

**Fase 2 Diseño experimental:** Corresponde a la recolección y adaptación de medios artificiales para la especie *Bidens laevis*, la identificación de la absorción de los colorantes, su efecto en la planta, la aplicación del pre test de actitudes hacia las ciencias y la elaboración del módulo “*Colorantes Artificiales*”.

**Fase 3 implementación:** De acuerdo a los resultados obtenidos del pre test de actitudes hacia las ciencias, se llevó a cabo el desarrollo de las actividades propuestas en el módulo “*Colorantes Artificiales*”. Simultáneamente, se elaboran los análisis de laboratorio necesarios para determinar si la especie *Bidens laevis* absorbe los colorantes artificiales adicionados.

### 6. Conclusiones

De acuerdo a la caracterización y los análisis por categorías de actitudes hacia las ciencias se observó que los estudiantes tienen afinidades por el trabajo práctico de laboratorio, ya que este permite evidenciar de forma más tangible fenómenos propuestos y mejora las relaciones interpersonales entre los integrantes de los grupos. A su vez, los estudiantes tienen actitudes negativas hacia la futura participación en la ciencia, ya que



consideran que el estudio de ellas es difícil y requiere de mucha dedicación.

El diseño e implementación de módulos son una estrategia de alta efectividad para generar un conocimiento práctico. Los estudiantes trabajan y asimilan mejor las actividades propuestas al relacionarlas con su cotidianidad.

La discusión y contextualización acerca del proceso de biosorción de colorantes artificiales y los miligramos de retención obtenidos por *Bidens laevis*, contribuyó a la elaboración de actividades que fortalecieran las actitudes hacia las ciencias a partir de un conocimiento disciplinar fundamentado en la experimentación realizada en laboratorio para la presente investigación.

<b>Elaborado por:</b>	Bohórquez Vivas, Dianny Jesmid
<b>Revisado por:</b>	Ladino Ospina, Nubia

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	30	07	2014
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
3.	ANTECEDENTES .....	5
4.	JUSTIFICACIÓN .....	9
5.	OBJETIVOS .....	12
5.1	GENERAL.....	12
5.2	ESPECÍFICOS.....	12
6.	REFERENTES CONCEPTUALES .....	13
6.1	REFERENTES PEDAGÓGICO- DIDÁCTICOS .....	13
6.1.1	Enfoque CTSA.....	13
6.1.2	Actitudes hacia la ciencia.....	14
6.2	REFERENTES DISCIPLINARES .....	16
6.2.1	Fitorremediación.....	16
6.2.2	Plantas acuáticas.....	18
6.2.3	Colorantes artificiales.....	20
7.	METODOLOGÍA.....	23
7.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	23
7.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
7.3	POBLACION Y MUESTRA.....	24
7.4	FASES DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
7.4.1	Fase I: Fundamentación teórica.....	24
7.4.2	Fase II: Diseño experimental.....	24
7.4.3	Fase III: Implementación.....	28
7.5	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	32
8.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
8.1	RESULTADOS PRE-TEST ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS .....	34
8.2	RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICO EXPERIMENTAL.....	36
8.2.1	Humedal artificial.....	36

8.2.3 Biosorción de colorantes artificiales.....	39
8.3 RESULTADOS MÓDULO COLORANTES ARTIFICIALES .....	49
8.3.1 Categoría Aprendizaje de la ciencia en la escuela (ACE).....	49
8.3.2 Categoría trabajo práctico en ciencia (TPC).....	54
8.3.3 Categoría ciencia fuera de la escuela (CFE).....	56
8.3.4 Categoría importancia de la ciencia (IC) .....	58
8.3.5 Categoría futura participación en ciencia (FPC) .....	59
8.3.6 Categoría Pertenencia a la institución educativa (PIE).....	60
8.3.5 8.3.7 Categoría autoconcepto de ciencia (AC).....	60
8.4 RESULTADOS POST TEST ACTITUDES HACIA LA CIENCIA.....	62
9. CONCLUSIONES.....	69
11. BIBLIOGRAFÍA.....	72
12. ANEXOS.....	77
ANEXO A: Test actitudes hacia las ciencias .....	77
ANEXO B: Curvas de calibración para Rojo de Carmoisina y Tartrazina de 0ppm A 10 ppm.....	79
ANEXO C: Curva de calibración para Rojo de Carmoisina de 0 ppm A 30 ppm.....	80
ANEXO D: Instrumento de evaluación juego de roles .....	81
ANEXO E: Tabla de resultados del pre-test de actitudes hacia las ciencias .....	82
ANEXO F: Tabla de resultados del post-test de actitudes hacia las ciencias.....	84
ANEXO G: Autorización formal para el uso del test de actitudes hacia las ciencias .....	86
ANEXO H: Autorización del IED Juana Escobar para desarrollar la investigación .....	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición porcentual del fertilizante NPK. ....	26
Tabla 2. Categorías de Actitudes Hacia las Ciencias. ....	29
Tabla 3. Programación de actividades del Módulo Colorantes artificiales.....	29
Tabla 4. Relaciones de actitudes con niveles de desempeño. ....	30
Tabla 5. Escala Likert de análisis. ....	32
Tabla 6. Tratamiento de Datos. ....	33
Tabla 7. Valores promedio obtenidos para las categorías de Actitudes Hacia las Ciencias en el pre-test. ....	34
Tabla 8. Resultados para ejemplares con colorante de Rojo de Carmoisina.....	43
Tabla 9. Resultados para ejemplares con colorante de Tartrazina.....	44
Tabla 10. Resultados colorante Rojo de Carmoisina (RC) de 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm y 30 ppm. ....	48
Tabla 11. Preparación del colorante. ....	46
Tabla 12. Respuestas de los estudiantes para la primera pregunta del juego de roles. ....	50
Tabla 13. Respuestas de los estudiantes a la pregunta del juego de roles. ....	51
Tabla 14. Matriz de evaluación para la actividad de juego de roles. ....	52
Tabla 15. Respuestas de los estudiantes actividad: mecanismo de absorción de agua a través del xilema de una planta. ....	61
Tabla 16. Relación de los niveles de desempeño alcanzados durante el desarrollo del Módulo. ....	62
Tabla 17. Resultados de los promedios del Pre y Post-test para las categorías de Actitudes Hacia las Ciencia. ....	63
Tabla 18. Resultados de pre-test de actitudes hacia las ciencias y promedios para 31 estudiantes. ....	82

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Descripción de mecanismos de fitorremediación. ....	18
Imagen 2. <i>Bidens laevis</i> : Estructura Vegetativa (Izquierda), Estructura Reproductiva (Derecha).....	20
Imagen 3.Estructura química del colorante Rojo Carmoisina.....	21
Imagen 4. Estructura química del colorante Tartrazina. ....	22
Imagen 5. Diagrama de las fases de la Investigación. ....	32
Imagen 6. Humedal Jaboque (Derecha).Transporte de plantas <i>Bidens laevis</i> (Izquierda). .....	37
Imagen 7. Diseño de humedales artificiales para <i>Bidens laevis</i> . ....	37
Imagen 8. Periodo de adaptación de <i>Bidens laevis</i> a humedales artificiales.....	38
Imagen 9. Sintomatología foliar en <i>Bidens laevis</i> por el colorante Rojo de Carmoisina. ..	42
Imagen 10. Disminución en la intensidad del color de las hojas de <i>Bidens laevis</i> producto del colorante. ....	47
Imagen 11. <i>Bidens laevis</i> en periodo de florecencia. ....	46
Imagen 12. Sintomatología de <i>Bidens laevis</i> por exposición a Rojo de Carmoisina.....	47
Imagen 13. Proyección video: Rio Medellín, si pudiera hablar. ....	49
Imagen 14. Desarrollo del juego de roles.....	52
Imagen 15. Cromatogramas de colorantes naturales: izquierda flores de caléndula. Derecha flores de Jamaica. ....	55
Imagen 16.Claveles coloreados con Azul de Metileno. ....	56
Imagen 17. Importancia del agua.....	58
Imagen 18. Soluciones para la curva de calibración de Rojo de Carmoisina y Tartrazina.	79

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Número de estudiantes y Promedios de categorías de actitudes hacia las ciencias en el pre-test. ....	35
Gráfica 2. Biosorción de Tartrazina a 1,0 y 10,0 ppm. ....	40
Gráfica 3. Biosorción de Rojo de Carmoisina de 1,0ppm a 30,0 ppm. ....	46
Gráfica 4. Comparación de promedios del test y post test de actitudes hacia las ciencias. ....	64
Gráfica 5. Curva de calibración para Rojo de Carmoisina. ....	79
Gráfica 6. Curva de calibración para Tartrazina. ....	79
Gráfica 7. Curva de calibración de 0 ppm a 30 ppm de Rojo de Carmoisina. ....	80

## 1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de los saberes disciplinares en las instituciones educativas, ha estado mediada por el entorno cultural en el que se desarrolla el proceso formativo. Por lo cual, es necesario estructurar estrategias didácticas que articulen el contenido teórico-práctico de las áreas del saber con las particularidades del contexto, a fin de obtener una enseñanza integral y trasdisciplinar que motive a los estudiantes por aprender y genere en ellos interés por la investigación.

Con la inmersión de actividades dentro del aula de clase, se tiene como finalidad lograr la formación integral del estudiante a través de estrategias didácticas que aporten una diversidad de elementos importantes en torno a la enseñanza de las ciencias, y en este caso particular de la química, abordando los aspectos disciplinares desde una perspectiva que englobe una variedad relevante de criterios los cuales propendan no sólo a la apropiación del concepto disciplinar, sino por el entendimiento de dicho concepto mediante una problemática real, que afecta distintas dimensiones, tanto sociales, culturales, políticas y ambientales.

De esta forma el enfoque CTSA para promover actitudes favorables hacia las ciencias resultan interesantes y a la vez pertinentes para el desarrollo del conocimiento y construcción de relaciones positivas entre los estudiantes, además se puede considerar como una alternativa de enseñanza para la labor docente manejándose desde diferentes temas de la Química.

El presente trabajo de grado presenta los resultados del diseño y posterior implementación de una estrategia didáctica para fortalecer actitudes favorables en el aprendizaje de las ciencias, con estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar, desde el abordaje de conceptos relacionados

con grupos funcionales de química orgánica, en particular los encontrados en colorantes artificiales.

En este orden de ideas, este documento presenta en primer lugar, una justificación enmarcada en el aprendizaje de conceptos relacionados con la química orgánica, su incidencia en el entorno físico y la implementación de un módulo como estrategia de enseñanza para potencializar las actitudes hacia las ciencias a partir de lecturas, prácticas de laboratorio y actividades que motiven a los estudiantes. Más adelante se presentan los antecedentes y referentes conceptuales, los cuales se enfocaron en estudios sobre las actitudes hacia las ciencias en estudiantes de diferentes países, conceptos relacionados con los colorantes artificiales, fitorremediación y plantas acuáticas.

Posteriormente se describe la metodología que se tuvo en cuenta para el desarrollo de la investigación, la cual presentó tres fases: la primera fase consta de la fundamentación teórica, siendo una recopilación de información necesaria para llevar a cabo la investigación; en la segunda fase se diseña el módulo de colorantes artificiales y se procedió a hacer la identificación de la biosorción de los colorantes artificiales y su efecto producido en la planta; en la tercera fase se desarrolla la implementación del pre- test de actitudes hacia las ciencias, el módulo colorantes artificiales y se analizan los resultados obtenidos para la posterior formulación de las conclusiones que responden a los objetivos y a la pregunta problema que orientaron la investigación.



## **2. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Con las demandas actuales de alfabetización científica, se evidencia, la importancia de contextualizar el conocimiento que se lleva al aula para generar motivación en los estudiantes por aprender y tomar decisiones, que promuevan la mejor calidad de vida de sí mismos y su entorno. Así mismo la educación es un proceso social que requiere del compromiso tanto de las instituciones educativas, el gobierno, los medios de comunicación y otros actores sociales.

Así mismo, el manejo del enfoque CTSA es fundamental en el desarrollo de un proyecto que mejore las visiones, actitudes, y fortalezas presentes en los estudiantes, ya que se observa una tendencia a memorizar los conceptos enseñados sin comprenderlos y sin interesarse por entender el por qué de los mismos y sus implicaciones. Por este motivo, es de importancia buscar una estrategia de enseñanza que lleve a los estudiantes a analizar, explicar y dar solución a distintas problemáticas que tienen implicaciones tanto en el ámbito científico y tecnológico como social, considerando que en la educación es importante el integrar las diferentes áreas del saber en el contexto.

Cuando se encuentra comunidades como la Institución Educativa Distrital Juana Escobar ubicada en la localidad de San Cristóbal Sur en el barrio San Rafael, en la cual los estudiantes de esta institución son personas de bajos recursos económicos y presentan problemáticas sociales (drogas, pandillas, alta deserción escolar), con pocas expectativas e su proyecto de vida, se considera pertinente recrear actividades propias del ámbito disciplinar y llevarlas al aula de clase para fortalecer el conocimiento científico y principalmente fomentar en ellos el interés por el estudio, las oportunidades y una mejor calidad de vida para sí mismos.

En el contexto anterior, se reconoce que son múltiples las formas en que se agregan sustancias químicas nocivas al ambiente y estas se reflejan en la alteración de ecosistemas. A su vez, ha sido posible observar que cuando se manejan temáticas referentes a los sucesos de la vida cotidiana y se toman ejemplos de problemáticas de importancia local, nacional o mundial, la motivación del curso crece así como la participación y la construcción de saberes.

Desde esta perspectiva, la pregunta que orienta este trabajo de investigación es:

*¿Cómo el diseño y posterior implementación de una estrategia didáctica basada en el enfoque CTSA desarrollada a partir de la biosorción de colorantes orgánicos presentes en humedales artificiales sobre botoncillo de agua fomenta actitudes favorables hacia la ciencia en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar?*

### 3. ANTECEDENTES

En la revisión bibliográfica realizada en documentos especializados como trabajos de grado y artículos de revistas, se encontró que en un periodo de 5 a 15 años se han referenciado investigaciones sobre colorantes artificiales, actitudes hacia la ciencia fitorremediación y plantas acuáticas.

En cuanto a los referentes sobre remoción de colorantes artificiales en aguas se encuentran, principalmente el trabajo realizado en el municipio de Rionegro-Antioquia, titulado: **Tratamiento de los residuos líquidos del área de tinturados en flores de exportación con Eichhornia crassipes (Buchón de Agua)** por Vásquez (2009), en el cual se evaluó un tratamiento integral de las aguas residuales del proceso de tinturado generadas en la empresa C. I flores los sauces S.A mediante la utilización de plantas acuáticas como el Buchón de Agua, que actúan como filtros biológicos para la remoción de contaminantes. El tratamiento utilizado en esta investigación es el de fitorremediación, que consiste en el uso del Buchón de Agua (*Eichhornia crassipes*) como medio descontaminador de las aguas residuales. Como resultados se observó que se mejoraron las características del efluente, especialmente en la remoción de metales pesados, sólidos suspendidos totales y disminución del color ya que este tratamiento es de fácil implementación y es una alternativa excelente desde el punto de vista ecológico y económico.

Gil et al., (2011), **“Decoloración de efluentes textiles que contienen colorantes reactivos empleando extracto de alcachofa”**. El trabajo tienen como objetivo evaluar el efecto que tuvo el empleo de un extracto de alcachofa con actividad peroxidasa y peroxidasa comercial, en la decoloración de un efluente textil y dos de los colorantes presentes en el efluente. Los ensayos de decoloración se llevaron a cabo sobre una muestra de efluente que contenía una mezcla de colorantes directos, dispersos y reactivos, proveniente de una empresa textil y dos

soluciones de colorantes reactivos. Para todas las muestras se emplearon proporciones con el agente degradante 2:1 respectivamente, además se adicionó 0.1 mL de peróxido de hidrógeno al 35% para activar la enzima. Las mediciones de absorbancia se hicieron en un espectrómetro UV-Vis. Se evidenció que el uso de extracto de alcachofa y peroxidasa comercial, son una buena alternativa en la decoloración.

Cusse (2008), “**Aporte a la fitoextracción de metales pesados presentes en sedimentos**”. Este trabajo realizado en la Universidad de los Andes, hace una descripción clara y concisa del concepto fitorremediación y las clasificaciones existentes para el tratamiento en aguas y suelos. Allí se efectuaron recolecciones de sedimentos del Río Bogotá y se sembraron 15 especies de *Acacia decurrens* en este sedimento y 15 plantas en abono natural. Se hizo un seguimiento periódico en el cual se observó que el sedimento tenía algunos metales pesados que fueron hallados en las raíces, tallos u hojas de la planta, unos en mayores concentraciones que otros. Se determina que las aguas y sedimentos del Rio Bogotá presentan altas concentraciones de Hg, Sb, As, Co, Cu, Ni, Pb, Se y Cr siendo agentes tóxicos para la población.

Con relación al aporte de la fitorremediación en la educación secundaria, Sánchez y Torres, (2012), realizaron el proyecto “**Fitorremediación de Mercurio como estrategia CTSA para el desarrollo de habilidades argumentativas**”, en donde se identificaron y analizaron los niveles de argumentación alcanzados por estudiantes de grado décimo a través del desarrollo de un caso simulado sobre la Fitorremediación de Mercurio en la quebrada La Porquera, localizada en la vereda Mochuelo Alto (Ciudad Bolívar), para lo cual las investigadoras identifican cuál de las especies vegetales empleadas (*Lemna minor*, *Bidens laevis*, y *Eichhornia crassipes*) posee mayor porcentaje de remoción de Mercurio y qué tipo de Fitorremediación se desarrolla en cada una. En cuanto a los resultados obtenidos se concluye que la especie *Eichhornia Crassipes* presenta un porcentaje de

remoción de mercurio del 100% y de acuerdo a la actividad propuesta de caso simulado los estudiantes se ubican entre niveles de argumentación 2 y 3 siendo niveles bajos.

En cuanto a las investigaciones de la especie *Bidens laevis* se recurrió consultar el trabajo de Maestría elaborado por Schmidt (1998), titulado” **Plantas acuáticas y palustres de la sabana de Bogotá**” que consta de una descripción de las especies acuáticas halladas en los principales cuerpos de agua de la sabana de Bogotá y aledañas a Ubaté. En esta investigación se establece la distinción entre praderas acuáticas (flotantes, emergentes y sumergidas), la caracterización de biotipos (formas de vida) y fisiotipos (formas de crecimiento) y los perfiles de los ambientes, caracterización de hábitats y formaciones vegetales mas representativas.

Por otra parte, se presentan las investigaciones sobre actitudes hacia las ciencias que se han llevado a cabo en educación secundaria y educación superior a nivel mundial que aportan a este proyecto:

**Examining Changing Attitudes in Secondary School Science.** (Examinando el cambio de actitudes hacia la ciencia en Secundaria) Barmby, Kind y Jones, (2002). Este estudio, llevado a cabo en Inglaterra, analizó la variación de las actitudes hacia la ciencia durante los tres primeros años de la educación secundaria en 932 niños y niñas. El estudio en cuestión, determinó que a medida que los estudiantes avanzan su grado escolar, disminuyen sus actitudes favorables hacia las ciencias siendo más prominente en las mujeres que en hombres. El análisis se elabora a partir de seis categorías de actitudes hacia la ciencia: aprendizaje de la ciencia en la escuela, autoconcepto de ciencia, trabajo práctico en ciencias, importancia de la ciencia, ciencia fuera de la escuela y futura participación en ciencias.

A partir del estudio anterior, Molina, Carriazo y Casas, (2013) elaboraron “**Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes**”, que consta del estudio de las actitudes hacia la ciencia de 238 estudiantes de educación secundaria de la Institución Educativa Distrital Restrepo Millán (Bogotá, Colombia). Se adaptó el instrumento de análisis aumentando una categoría de actitud hacia la ciencia: pertenencia a la institución educativa de acuerdo a la versión original propuesta por Barmby, Kind y Jones, (2002). Los resultados indican que, en la población estudiada, no hay diferencias significativas respecto al género. Se observaron concepciones favorables respecto a las categorías de “*importancia de la ciencia y la tecnología y trabajo práctico en ciencias*”, pero desfavorables frente a las posibilidades futuras de trabajar en el ámbito científico y con manifestaciones recurrentes sobre imaginarios de complejidad hacia la actividad científica.

Wan y Mat (2012) elaboraron **Urban students: Attitude towards learning chemistry** (actitudes en el aprendizaje hacia la química en estudiantes urbanos). La investigación se realizó con 80 estudiantes de la escuela pública de secundaria en Selangor, Malaysia, ya que se observa que en los últimos tiempos existe una baja demanda de estudiantes matriculados en cursos de química en las universidades. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes tienen una actitud positiva hacia el aprendizaje de la química cuando sus maestros les permiten realizar experimentos químicos en el laboratorio. Por el contrario, los estudiantes no muestran una actitud positiva cuando se les pide que escuchen lo que el maestro está enseñando en el frente, por ejemplo, las teorías y los principios de la química. Esto demuestra que en los estudiantes prevalece hacer actividades prácticas de laboratorio como aprendizaje de la química.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

A partir del planteamiento de la Universidad Pedagógica Nacional por formar seres humanos, en tanto personas y maestros, profesionales de la educación y actores educativos al servicio de la nación y del mundo, en todos los niveles y modalidades del sistema educativo y para toda la población en sus múltiples manifestaciones de diversidad, se sugiere la elaboración de proyectos en donde se investigue, produzca y difunda el conocimiento profesional docente, educativo, pedagógico y didáctico que contribuya a las mejoras en la educación.

De acuerdo a lo anterior, en el departamento de Química, se espera que los profesionales lideren procesos educativos en Química y ciencias afines, en pedagogía, en investigación, en ciencias ambientales, en tecnología de la Química, y en prestación de servicios que involucren al hombre, a la cultura y a la sociedad, articulados con la realidad social, cultural, económica, política y ambiental del país por medio de estrategias y acciones interdisciplinarias que contribuyan a manejar y solucionar las necesidades y problemas generados por las interacciones “hombre - ciencia - sociedad - ambiente y desarrollo”, dentro del contexto de deberes y derechos ciudadanos.

Con el objetivo de acercar a la población a problemáticas ambientales en el contexto escolar, se proponen experiencias que posibiliten el aprendizaje de nuevos conocimientos y la autorregulación del mismo, en acción conjunta entre el docente y el estudiante a fin de que el estudiante asimile, profundice y domine lo explicado y trabaje de forma autónoma.

Por estos motivos surge la idea de crear un proyecto educativo que involucre el conocimiento disciplinar en diferentes contextos y esté articulado con el entorno de la población en general y posibilite a los estudiantes cambiar sus miradas, concepciones de ciencia y permita repensar el uso de las actividades industriales

que brindan una mejor calidad de vida pero con un mal manejo afecta el entorno en general.

Es por esto, que la presente investigación relaciona los inconvenientes que se desarrollan por el mal manejo de sustancias químicas y su afectación en el ambiente. Según (Vásquez, 2009, p.12), el color es el primer indicador de la contaminación que se reconoce en las aguas residuales y tiene que ser eliminado antes de su descarga a cuerpos de agua o en tierra. Los colorantes orgánicos artificiales son compuestos orgánicos azoicos que pueden encontrarse en las diferentes fuentes de agua, ya sea en los sedimentos, la biota o disueltos en él, provenientes por lo general de fuentes artificiales

La presencia de estos compuestos puede cambiar las condiciones químicas, físicas y biológicas del sistema acuático, creando efectos negativos tanto en los organismos directamente implicados (consumidores primarios) como en los involucrados en la cadena trófica. Adicionalmente, existen otros factores influyentes en la formación de especies orgánicas tales como pH, dureza, cantidad de materia orgánica y salinidad. (Gutiérrez, 2005, p.13).

Debido a lo anterior, existe la necesidad de identificar el nivel de saturación de las plantas como un indicador de daño a organismos vivos y como potencial fitorremediador para buscar nuevas formas de tratamiento en los cuerpos hídricos receptores de la contaminación producto de las actividades humanas. “Esta búsqueda trae consigo problemas de gran magnitud como lo son altos costos, implementación y mantenimiento de tratamientos físicos y químicos” (Cusse, 2008, p.1). De allí, surge la fitorremediación como tecnología de tratamiento y recuperación que incluye procesos ambientales para la mejora de suelos y cuerpos de agua.



Aunque la aplicación de nuevas propuestas como ésta tiene como principal limitación la variable tiempo, es necesario que las instituciones educativas se comprometan para potenciar el cambio de los roles del docente que concuerden con los objetivos educacionales actuales, permitiendo el análisis, la innovación y proposición de metodologías efectivas.

Así mismo, el proponer materiales didácticos requiere de la creación de escenarios que fomenten la participación activa del estudiante en un proceso formativo, de modo que interactúe con situaciones que promuevan su curiosidad y lo lleven a desarrollar una estructura compleja de pensamiento. De acuerdo a lo anterior se hace pertinente la articulación de la biología y la química para posteriores actividades en el aula ya que se evidencia que los estudiantes reciben clases de biología hasta el grado noveno, por lo cual se realiza este proyecto integrando conocimientos previos de biología con algunos conceptos de la química a fin de fomentar un mayor interés por el estudio de las ciencias.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL

Estructurar e implementar una estrategia didáctica relacionada con la biosorción de colorantes orgánicos presentes en humedales artificiales sobre botoncillo de agua para fortalecer actitudes favorables hacia las ciencias.

### 5.2 ESPECÍFICOS

1. Caracterizar las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de grado Undécimo de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar.
2. Aplicar un diseño experimental que permita establecer la capacidad de biosorción de colorantes orgánicos en la especie vegetal *Bidens laevis*.
3. Estructurar una estrategia didáctica fundamentada en el enfoque CTSA a partir de los resultados obtenidos en la biosorción de Tartrazina y Rojo de Carmoisina en la especie vegetal *Bidens laevis*.
4. Evaluar los alcances de la estrategia didáctica en términos de las categorías de actitudes hacia la ciencia de los estudiantes de grado Undécimo de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar.

## 6. REFERENTES CONCEPTUALES

### 6.1 REFERENTES PEDAGÓGICO- DIDÁCTICOS

La presente investigación se desarrolla en el marco del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente CTSA a partir de situaciones cotidianas relacionadas con los daños ocasionados en los ecosistemas por el vertido de colorantes artificiales a fin de desarrollar actitudes favorables hacia las ciencias en los estudiantes de secundaria.

**6.1.1 Enfoque CTSA.** La ciencia se ha preocupado por buscar explicaciones a los fenómenos de la naturaleza mientras que la tecnología ha buscado desarrollar maneras prácticas de proceder ante diversos problemas que enfrenta la humanidad a lo largo de su evolución. La sociedad está invadida por la ciencia y la tecnología, lo cual se debe a que el desarrollo tecno científico de las últimas décadas ha sido de tal magnitud y naturaleza que ha afectado radicalmente la vida en sociedad y la dinámica del ambiente, sin que nadie pueda escapar a sus efectos. Con el fin de frenar los impactos negativos, surgió la necesidad de analizar las implicaciones de los procesos ligados al desarrollo de la humanidad de modo que se llevaran a cabo acciones éticamente comprometidas con el cuidado de la sociedad y el ambiente. “De este modo, el enfoque CTSA, busca a través de la alfabetización científica, permitir a los individuos tomar decisiones objetivas y fundamentales en su contexto, al conocer dichas implicaciones” (Zenteno, Mendoza y Garritz, 2010, p.3).

Interpretado en el ámbito escolar, el enfoque CTSA transforma los roles del estudiante y del profesor, considerándolos sujetos críticos responsables de ejercer su ciudadanía de forma responsable y comprometida con la calidad de vida en una sociedad *que tiene influencia directa de la ciencia y la tecnología*.

De otra parte, esta perspectiva busca favorecer la visión crítica de las temáticas científicas y tecnológicas y su influencia sobre la sociedad, mostrando que la interpretación científica de cualquier fenómeno siempre se produce dentro de un determinado contexto y está sujeta a los intereses y valores predominantes. En definitiva, “se insiste en que los debates sobre las teorías científicas no pueden ser comprendidos de forma completa sin atender al contexto social en el que surgen y se desarrollan” (Gómez, y Pozo, 1998, p.130).

Como lo mencionan Martínez, Villamil y Peña (2006):

El enfoque CTSA es una propuesta educativa innovadora que tiene como finalidad formar en conocimientos, valores y competencias que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y control de las problemáticas sociales y ambientales generadas por los avances de la ciencia y la tecnología (p.3).

**6.1.2. Actitudes hacia la ciencia.** Para este trabajo, se asume la definición de actitud dada por Kind, Jones y Barmby, (2002) “Sentimientos que una persona tiene hacia un objeto basado en su conocimiento y creencias acerca del objeto” (p.1076). En esta definición, los autores tienen en cuenta los componentes cognitivo, afectivo y comportamental del sujeto:

- **Componente cognitivo:** Se basa en el dominio de hechos, pensamientos conocimientos y opiniones acerca de objeto de la actitud estudiada. Refleja el valor que representa para el individuo el objeto analizado.
- **Componente afectivo:** Se relacionan con las creencias, emociones o sentimientos que se despiertan ante el objeto de la actitud.
- **Componente conductual o comportamental:** Refleja la actuación a favor o en contra del objeto actitud, la cual va ligada directamente a las intenciones de conducta. (Cuervo, 2009, p.27)

Para el presente estudio, el objeto es la actitud hacia la ciencia, así como los conocimientos y las creencias que tienen que ver con la ciencia de la escuela, el conocimiento cotidiano y los diferentes factores que influyen en el aprendizaje (grado, ambiente, profesores, libros, currículo, etc.). “Las actitudes hacia la ciencia incluyen varias dimensiones o categorías de análisis, las cuales se encuentran reflejadas en el instrumento evaluativo, constituyen elementos esenciales para la valoración de actitudes hacia la ciencia y ya han sido empleadas en estudios anteriores” (Barmby, Kind y Jones, 2002, p.1077)

- ✓ Aprendizaje de la ciencia en la escuela.
- ✓ Autoconcepto de ciencia.
- ✓ Trabajo práctico en ciencia.
- ✓ Importancia de la ciencia.
- ✓ Ciencia fuera de la escuela.
- ✓ Futura participación en ciencia.

Según Cuervo (2012), para un óptimo desarrollo de la medición de actitudes favorables hacia la ciencia es importante tener en cuenta:

- Una clara identificación de las muestras que pueden servir para la medición del objeto actitudinal a estudiar.
- Realizar un detallado proceso en la recolección de las muestras.
- Convertir la muestra de variables cualitativas a cuantitativas en los casos que sean posibles, utilizando un proceso pertinente (p.33).

El concepto de actitud parece el más adecuado para describir el tipo de aprendizajes que implican los temas y contenidos CTSA porque integra simultáneamente componentes cognitivos, afectivos y conductuales. Por otro lado, la actitud es el único concepto que reconoce la importancia de los valores, por lo que se convierte en un elemento central de una enseñanza de

las ciencias que tenga en cuenta y desee promover un mayor interés por los valores de la ciencia, como ocurre en la orientación CTSA. (Manassero, Vázquez, y Acevedo, 2001, p.5).

## **6.2 REFERENTES DISCIPLINARES**

Para el óptimo desarrollo de la investigación se consultó información sobre fitorremediación, plantas acuáticas en general y *Bidens laevis* en particular.

**6.2.1 Fitorremediación.** La Fitorremediación se puede definir como el “uso de plantas y árboles para descontaminar medios polucionados mediante la extracción de los contaminantes presentes en el suelo y del agua, sin causar grandes impactos en su crecimiento y desarrollo” (Cusse, 2008, p.1). El uso de plantas como una herramienta extractiva de compuestos orgánicos en suelos contaminados, se emplea para tratar trazas de elementos. También se define como “la utilización de plantas con el propósito de remover, transferir, estabilizar y/o degradar contaminantes en suelos, sedimentos y aguas” (Prasad, 2003, p.687).

A pesar que las plantas pueden adaptarse y tolerar la presencia de compuestos orgánicos en su ambiente y su interior; estos al ingresar a la planta atacan algunos lugares específicos alterando funciones vitales, lo cual se traduce en un consumo de energía que bien podría destinarse para el crecimiento y funcionamiento de la especie. (Cusse, 2008, p.12).

**6.2.1.1 Tipos de fitorremediación.** Las aplicaciones de la fitorremediación se caracterizan por las interacciones realizadas por la planta y el medio para extraer, inmovilizar, acumular, secuestrar y volatilizar los diferentes contaminantes presentes en el sustrato al cual ella se encuentra sometida.

De acuerdo con los contaminantes, las condiciones del sitio, el nivel de limpieza requerido y los tipos de plantas a emplear, se puede hacer uso de la fitorremediación para la contención de contaminantes ( inmovilización y estabilización) o el retiro de los mismos del medio ( extracción, volatilización). A continuación se presentan las diferentes aplicaciones y variaciones de fitorremediación usualmente aplicada:

**6.2.1.1.1 Fitoextracción.** También llamada fitoacumulación, hace referencia a la captura y translocación de contaminantes en el suelo por acción de las raíces hasta almacenarlos en los órganos superiores de la planta. Esta técnica es la más utilizada para la recuperación de compuestos químicos. Puede ser empleada para descontaminar suelos, sedimentos, lodos y en menor proporción aguas. (Cusse, 2008, p.19).

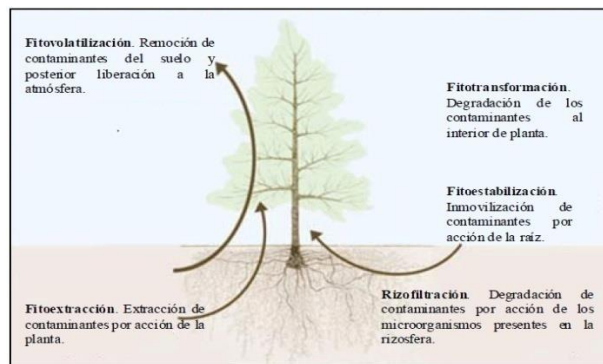
**6.2.1.1.2 Fitoestabilización.** Esta técnica es aplicable en suelos, lodos y sedimentos contaminados y básicamente depende de la capacidad de las raíces para limitar la movilidad y biodisponibilidad de los contaminantes en el suelo. También se emplea para prevenir los procesos erosivos y disminuir la percloración del agua. Dicha inmovilidad puede ocurrir por procesos de absorción, precipitación, formación de complejos y reducción de valencias (Prasad, 2003, p.689).

**6.2.1.1.3 Rizofiltración.** Uso de plantas acuáticas o terrestres para absorber, concentrar y/o precipitar compuestos peligrosos, particularmente metales pesados o radionucleidos, de soluciones acuosas. Las plantas más efectivas para esta técnica, son las que poseen raíces que se regeneran con rapidez y presentan gran área de superficie. Entre las ventajas de esta técnica se encuentran: el uso de cualquier planta acuática o terrestre (con un soporte para flotar), viabilidad de aplicación in situ o ex situ. Entre las desventajas

esta la necesidad de un pH óptimo que facilite la absorción del contaminante. (Cusse, 2008, p.20).

**6.2.1.1.4 Fitovolatilización.** Es aplicada a contaminantes altamente volátiles. En este grupo clasifica el mercurio (Hg), el arsénico (As) y el selenio (Se), los cuales al ser capturados por las raíces de las plantas y bajo transformaciones enzimáticas son convertidos en compuestos menos tóxicos y volatilizados por las hojas. La Fitovolatilización se puede afectar por el clima de la región donde se encuentre la planta, ya que factores como la temperatura, la precipitación, la humedad, la intensidad solar y el viento pueden interferir con la transpiración y posterior volatilización de contaminantes. (Prasad, 2003, p.689). En la imagen 1 se puede observar los tipos de fitorremediación mencionados anteriormente.

**Imagen 1. Descripción de mecanismos de fitorremediación.**



**Fuente. Padmavathiamma, P., y LI, L. (2004).**

**6.2.2 Plantas acuáticas.** Tradicionalmente, las plantas acuáticas han sido consideradas como una plaga en sistemas enriquecidos con nutrientes. Su rápida proliferación puede dificultar la navegación y amenazar el balance de la biota en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, como lo menciona Sánchez y Torres (2012):

(...)“En la actualidad se considera que estas plantas también pueden ser manejadas adecuadamente y volverse útiles, debido a su capacidad para remover



y acumular diversos tipos de contaminantes, además su biomasa puede ser aprovechada como fuente de energía, forraje y fibra”(p.34).

Llamadas también macrófitas, están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en zona litoral de lagos, embalses y ríos; ya sea en la zona de interfase agua-tierra o sobre la superficie del agua totalmente sumergida. La densidad de población de macrófitas acuáticas esta en relación con el área del litoral, sus condiciones topográficas y el estado de eutroficación del agua (Roldán, 1992, p.409).

Las plantas acuáticas están influenciadas por la disponibilidad y calidad del agua. Los factores que inhiben mayormente su crecimiento son: la profundidad del cuerpo de agua, los bordes profundos, los fondos inestables, el agua fría, el agua turbia, las aguas poco fértiles, además, dependen de su velocidad, pues la mayoría de ellas abundan en aguas de baja velocidad o en aguas estancadas (Bonilla y Pinzón, 2002, p.32).

**6.2.2.1 Botoncillo de agua (*Bidens laevis*).** Familia Asteraceae: planta herbácea de hábito flotante enraizado, puede alcanzar parte de la superficie terrestre (helophyta). Hojas simples, opuestas, sentadas. Los tallos miden de 50cm a 1,0m de alto. Tonalidades moradas y pubescentes. Inflorescencia en cabezuela amarilla vistosa, flor unisexual con corola tubular (flósculo) con 5 pétalos unidos en la base (gamopétalos). 5 estambres soldados en el apice. Presenta raíces que se originan de cualquier parte del tallo (adventicias) y poseen ramificaciones. (Moreno y Niño, 2012, p.24). Esta planta crece en los humedales, incluidos los estuarios y ríos. En la imagen 2 se observan 2 ejemplares vegetales usados en la investigación.

**Imagen 2. *Bidens laevis*: Estructura Vegetativa (Izquierda), Estructura Reproductiva (Derecha).**



Fuente. La autora.

**6.2.3 Colorantes artificiales.** Según la Dirección general de Normas mexicanas (1975), se entiende por colorante “la sustancia que al ser adicionada a los alimentos, bebidas, medicamentos o cosméticos, proporcione o acentúe alguna coloración a ellos” (p.1). Los colorantes son usados en la industria textil, alimenticia, imprenta y manufactura de cosméticos. La industria textil, es consumidor de una cantidad considerable de agua y produce corrientes de agua residuales altamente contaminadas. Existen diversas clases de colorantes y se clasifican según su estructura química y su aplicación. “De acuerdo a la estructura química, pueden ser colorantes tipo azo, triarilmetano, antraquinona, heterocíclico y ftalocianinico. Según el método de aplicación, pueden clasificarse como reactivos, directos, ácidos, dispersos, catiónicos y de inmersión” (Méndez, 2008, p.1).

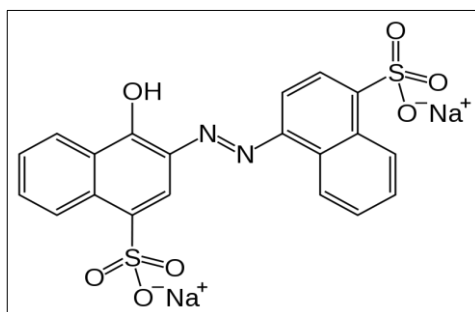
Los colorantes azoicos se caracterizan por la presencia de uno o más grupos funcional azo ( $R-N = N-R$ ) que son el grupo cromóforo en la molécula (grupo responsable del color), asociados con uno a más sistemas aromáticos y algunos grupos sulfónicos ácidos, llamados grupos auxocromos que intensifican el color de los cromóforos, además los grupos sulfónicos

confieren una alta solubilidad en agua de los colorantes y permite que la molécula se adhiera iónicamente a sitios cargados en la matriz polimérica del tejido. (Méndez, 2008, p.2).

Debido a que son electrófilos débiles las sales de diazonio sólo reaccionan con anillos fuertemente activados (derivados de anilina y fenol). Por tanto, la mayoría de los compuestos azo tienen coloración intensa y sirven como colorantes excelentes. Muchos se preparan por acoplamiento diazoico, con frecuencia se lleva a cabo en disoluciones básicas debido a que la desprotonación de los grupos fenólicos (-OH) y los grupos ácido sulfónico y ácido carboxílico ayudan a activar los anillos aromáticos hacia la sustitución electrofílica aromática. (Wade, 2002, p.909).

**6.2.3.1 Rojo de Carmoisina.** Conocido comercialmente como “Colorante Rojo No. 5, "Carmoisina" o azorrubina con nombre químico Sal disódica del ácido 2-(4-sulfonaftilazo) -1-naftol-4-sulfónico fórmula condensada  $C_{20}H_{12}N_2O_7S_2Na_2$  y peso molecular de 502.45 g/mol” (NMS-F-263, 1975). Es usado en la industria alimentaria como aditivo. La imagen 3 representa la estructura química del colorante Rojo de Carmoisina:

Imagen 3. Estructura química del colorante Rojo Carmoisina.



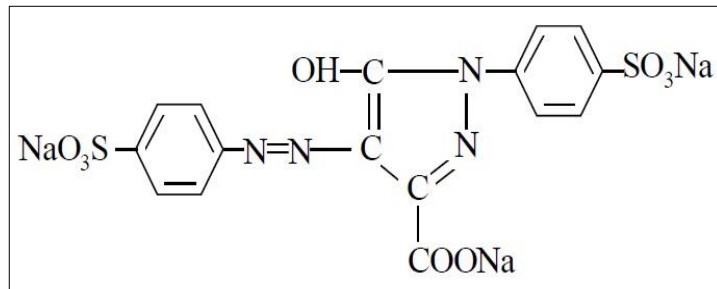
Fuente. (NMS-F-263-1975).

**6.2.3.2 Tartrazina.** Colorante orgánico-sintético Amarillo No. 5. Nombre químico Sal trisódica del ácido 4-p-sulfobencenazo-1-p-sulfofenil-5- hidroxipirazol-3-carboxílico

de fórmula condensada  $C_{16}H_9N_4O_9S_2Na_3$  y peso molecular 534.36 g/mol. Compuesto derivado del carbono, obtenido por síntesis química y que se emplea como aditivo de color en alimentos, productos de perfumería y belleza. Es un polvo fino homogéneo de color naranja amarillento, inodoro, muy higroscópico. (NMS-F-263, 1975).

A bajas concentraciones la tonalidad es amarilla brillante. A continuación, en la imagen 4 se puede apreciar la estructura química del colorante tartrazina.

**Imagen 4. Estructura química del colorante Tartrazina.**



Fuente. (NMS-F-263-1975).

## **7. METODOLOGÍA**

Este trabajo de investigación se enmarca en la línea Didáctica y sus Ciencias del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Se lleva a cabo aplicando saberes previos de Biología y Química a situaciones cotidianas para que los estudiantes sean capaces de reflexionar y tomar decisiones pertinentes para dar una posible solución a inconvenientes planteados en escenarios enmarcados por contenidos científicos, sociales y ambientales.

En este trabajo la metodología usada es de carácter cuantitativo ya que elabora una recolección y análisis de datos para contestar la pregunta de investigación, el conteo, la medición y el tratamiento estadístico para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población (Hernández, Fernández y Baptista, 1998, p.58).

### **7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Con el propósito de responder a la pregunta de investigación planteada y cumplir con los objetivos del estudio, este trabajo opta por un tipo de investigación exploratoria en donde como lo menciona Kerlinger (1982):

El investigador intenta, en una primera aproximación, detectar variables, relaciones y condiciones en las que se da el fenómeno en el que está interesado. Esta clase de investigación, que se lleva a cabo en relación con objetos de estudio para los cuales se cuenta con muy poca o nula información, no puede aportar, desde luego, conclusiones definitivas ni generalizables y proporciona la información necesaria para aproximarse al fenómeno con mayor conocimiento en un estudio posterior, en la investigación propiamente dicha. (p.25)

## 7.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación desarrolla un diseño de tipo cuasi experimental con la aplicación de pre test sin grupo control, considerando que las actividades a realizar son transversales ya que se hace una medición sobre aspectos actitudinales y procedimentales previa (antes) y posterior (después) a su participación en el proyecto.

## 7.3 POBLACION Y MUESTRA

Actualmente, la Institución Educativa Distrital Juana Escobar cuenta con 834 estudiantes en jornadas mañana y tarde. La investigación se desarrolla con 31 estudiantes de grado Undécimo que comprenden edades entre los 15 y 18 años. El colegio está ubicado en la localidad cuarta de San Cristóbal Sur, Barrio San Rafael.

## 7.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Las fases que se presentaron durante esta investigación son tres y se describen a continuación:

**7.4.1 Fase I: Fundamentación teórica.** Comprende la recopilación bibliográfica de la información necesaria para la elaboración de los humedales artificiales para *Bidens laevis*, las implicaciones ambientales que trae el vertimiento de sustancias tóxicas a fuentes hídricas y el mejoramiento de las actitudes hacia las ciencias en estudiantes de secundaria. Por lo cual se hace una revisión de las bases teóricas, los antecedentes y conceptos apropiados para el manejo de los temas.

**7.4.2 Fase II: Diseño experimental.** Corresponde a la identificación de la biosorción de los colorantes, su efecto en la especie *Bidens laevis* y la elaboración del módulo “Colorantes Artificiales” para uso del profesor y los estudiantes. Los

colorantes al ser inocuos para la salud humana se consideran sustancias de manejo en aula de clase que posibilitan la correlación de los aspectos biológicos y químicos.

Con el propósito de mostrar un conjunto de experiencias prácticas que involucren las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente se buscó a través del diseño experimental, construir un humedal artificial para mantener las plántulas de *Bidens laevis* y observar los efectos de los colorantes producidos en el sobre el ciclo de vida de las plantas para favorecer el aprendizaje de la química.

**7.4.2.1 Humedal artificial.** Se recogieron 10 ejemplares de la especie vegetal *Bidens Laevis* y se simulan humedales artificiales en ollas de barro usando como sustrato agua desionizada (que puede contener pequeñas cantidades de impurezas no iónicas como compuestos orgánicos). Constantemente se agregó agua cada planta, ya una buena cantidad del agua que pierden las plantas es transpirada. Debido a esto, como lo menciona Salisbury, Frank y Ross, (1994) “Las plantas deben buscar el equilibrio entre la pérdida de agua por transpiración, la absorción de esta, dependiendo del potencial hídrico del suelo y la cantidad de dióxido de carbono que ingresa por los estomas para la fotosíntesis” (p.759).

El montaje se realizó sin la adición de un suelo orgánico ya que la especie es acuática de hábito flotante, enraizada en las laderas del humedal o de ramas aledañas. Cada mes se adicionó una solución del fertilizante NPK a fin de aportar nutrientes a la planta que contribuyan con su crecimiento y adaptación al medio artificial.

Se midieron 1,015 g del fertilizante granulado NPK (ver tabla 3 donde se referencia la composición química del fertilizante), triple 15 y se disolvió en 1L de agua desionizada. A cada ejemplar vegetal se le adicionó 10 mL de la solución una vez al mes.

**Tabla 1. Composición porcentual del fertilizante NPK.**

COMPUESTO	% POR CADA 1000g
Nitrógeno total (N)	15%
Nitrógeno orgánico	9%
Nitrógeno amoniacal	6%
Fosforo asimilable (P <sub>2</sub> O)	15%
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O)	15%

**Fuente: Etiqueta del empaque del producto.**

Los ejemplares de *Bidens laevis* se mantuvieron cerca de 2 meses con la finalidad de observar el crecimiento y su ciclo de vida. El pH se encontró entre 5.30 siendo ligeramente ácido para mantener condiciones similares al medio natural. La temperatura se mantuvo entre 10 °C y 12 °C en horas de la noche y en el día entre 13 °C -19 °C.

**7.4.2.2 Preparación y análisis del colorante.** El colorante Rojo Carmoisina es producido por la empresa NOVACOLOR S.A.S. El colorante Tartrazina es suministrado por el laboratorio de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, sede Bogotá. Inicialmente se prepara una solución patrón de 250 mL a una concentración 250 ppm con agua desionizada a partir de 0,0625 g de colorante:

$$\frac{250mg}{L} * 0,25L * \frac{1g}{1000mg} = 0,0625g \text{ colorante}$$

A partir de la solución patrón se realizaron diferentes diluciones entre 0,5 y 10,0 ppm para cada colorante y se construyeron las respectivas curvas de calibración (ver anexo B):

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$\frac{0,5ppm * 0,1L}{250 ppm} = 0,0002L * \frac{1000mL}{1L} = 0,2 mL$$

El método de cuantificación del colorante es la espectrofotometría Ultravioleta-Visible (UV-Vis). Se elaboró el barrido espectral para determinar las longitudes de



máxima absorbancia. Para Rojo de Carmoisina  $\lambda = 515 \text{ nm}$  y para Tartrazina  $\lambda = 425 \text{ nm}$ .

Luego del tiempo de adaptación de la planta al medio artificial, se adicionaron soluciones de los colorantes a cada ejemplar vegetal a concentraciones bajas y aumentándolas progresivamente hasta hallar un nivel de saturación y recepción del colorante por parte de la planta.

**7.4.2.3 Construcción del Módulo Colorantes Artificiales.** Para la construcción del módulo colorantes artificiales se involucra aspectos importantes sobre la afectación a los organismos por medio de los colorantes artificiales, estructuras químicas y grupos funcionales que alteran el funcionamiento de un ecosistema. El módulo se diseña para docentes que estén interesados en adoptar nuevos materiales didácticos para enriquecer el quehacer en el aula. En este sentido, el material propuesto permite hacer uso de diferentes actividades que propenden desarrollar habilidades e intereses hacia las ciencias.

Así mismo, el módulo ha sido creado teniendo en consideración que el estudiante es el principal responsable de la construcción de conocimientos, de una formación integral que propenda por el desarrollo de habilidades a fin de mejorar el interés y las actitudes hacia las ciencias para promover el estudio de ellas y continuar aportando ideas o soluciones a los problemas que inquietan el progreso y la sana convivencia de la sociedad; comprendiendo así la importancia del rol como futuros profesionales y precursores del cuidado y preservación del entorno natural.

**7.4.2.4 Diseño del Módulo Colorantes Artificiales.** Es indispensable aclarar que el módulo no reemplaza ni sustituye la actividad docente sino que permite mejorar la participación del estudiante en actividades académicas. Contiene un vocabulario técnico acorde a situaciones relacionadas

El módulo de colorantes artificiales esta dirigido para estudiantes de secundaria facilitando el aprendizaje de la química orgánica. Consta de siete textos introductorios y cada contenido tiene una actividad a desarrollar (lectura, practica de laboratorio, ejercicios lúdicos etc.)

Al iniciar cada actividad, el lector encontrará un objetivo a alcanzar con el estudio de la sección. Al finalizar cada actividad, se encuentra una sección llamada “*A propósito de...*” que contiene preguntas para fomentar el desarrollo de habilidades y generar mayor interés por el tema ilustrado.

El módulo cuenta con prácticas de laboratorio relacionadas con los colorantes artificiales.

En las últimas páginas del módulo, se diseñó un glosario con la explicación de algunos términos usados en las lecturas y se presenta la bibliografía consultada por si el maestro o el estudiante desea profundizar en algún tema.

**7.4.3 Fase III: Implementación.** En esta fase se lleva a cabo la caracterización de las actitudes hacia las ciencias que presentan los estudiantes y se lleva a cabo la aplicación del Módulo colorantes artificiales.

**7.4.3.1 Pre-test Actitudes hacia las ciencias.** Se da inicio con la aplicación del test adaptado y validado por Molina, Carriazo y Casas (2013) con el cual se espera indagar de manera introductoria el tipo de actitudes hacia las ciencias que tienen los estudiantes la Institución Educativa Distrital Juana Escobar de grado undécimo.

Este documento se utiliza y sistematiza de acuerdo a siete categorías de actitudes hacia la ciencia que se representan en la tabla 1 con sus respectivos items:

**Tabla 2. Categorías de Actitudes Hacia las Ciencias.**

CATEGORÍA	ITEM
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	1, 2, 3, 4, 5 y 6.
Trabajo práctico en ciencia	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.
Ciencia fuera de la escuela	21, 22, 23, 24, 25, 26.
Importancia de la ciencia	32, 33, 34, 35, 36,37.
Autoconcepto de ciencia	7, 8, 9, 10, 11, 12
Futura participación en ciencia	27, 28, 29, 30, 31.
Pertenencia a la institución educativa	38, 39, 40, 41, 42, 43, 44,45.

Fuente: Molina, Carriazo y Casas, 2013, p.108.

Para el desarrollo de actividades se planearon nueve sesiones que se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Programación de actividades del Módulo Colorantes artificiales.**

SESIÓN	TEMA	ACTIVIDAD A DESARROLLAR	CATEGORIA A EVALUAR
Primera	Presentación del trabajo. Numero de sesiones a desarrollar temas Implicaciones	Pre-test Actitudes hacia las ciencias	Pertenencia a la institución educativa.
Segunda	Temas introductorios de química Orgánica ( compuestos del carbono, formación de enlaces, cadenas y ciclos)	Clase comunitaria	Pertenencia a la institución educativa.
Tercera	Grupos funcionales de química orgánica. Nomenclatura de hidrocarburos. Colorantes artificiales	Lectura: La sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación: El caso del agua.	Ciencia fuera de la escuela. Importancia de la ciencia.
Cuarta	Generalidades del agua (contaminación). Prevención y cuidado del agua. Beneficios del agua potable para la salud. Juego de roles: Explicación de la actividad.	Elaboración de dibujos alusivos al agua. Asignación de roles ( grupos 4 personas)	Ciencia fuera de la escuela. Autoconcepto de ciencia.
Quinta	Juego de roles Presentación de la Noticia	Asesoría a cada grupo Presentación de cada actor social. Desarrollo del debate. Solución del problema.	Aprendizaje de la ciencia en la escuela. Importancia de la ciencia.
Sexta	Colorantes artificiales presentes en alimentos	Actividad experimental: Cromatografía de papel (colorantes naturales y artificiales).	Trabajo práctico en ciencia

Séptima	Fitorremediación. Mecanismos de recuperación de ambientes contaminados con sustancias tóxicas. absorción de agua en raíces, difusión osmótica, capilaridad, clorosis.	Clase comunitaria	Autoconcepto de ciencia
Octava	Mecanismo de absorción de agua a través del xilema de una planta.	Rompecabezas. Conducción de agua.	Autoconcepto de ciencia.
Novena	Coloración de flores por absorción.	Actividad experimental: ¿Cómo cambiarle el color a una flor?	Trabajo práctico en ciencia.
Décima	Biosorción de colorantes orgánicos a partir de botoncillo de agua ( <i>Bidens Laevis</i> ).	Clase comunitaria. Post-test Actitudes hacia las ciencias.	Futura participación en ciencia.

Fuente. La Autora.

**7.4.3.2 Aplicación Modulo colorantes artificiales.** Para las categorías se llevan a cabo las actividades grupales e individuales. Se explicó en que consistía la actividad y se asignan roles a cada grupo de trabajo, a fin de que los estudiantes se informaran y consultaran sobre el uso de colorantes artificiales en la industrial textil y alimentaria a fin de fortalecer el debate con argumentos en la próxima sesión.

Para el tratamiento de la información recogida durante el desarrollo de las actividades propuestas en el *Módulo Colorantes Artificiales*, se construyó una matriz en donde estas se relacionan con las categorías de actitudes hacia la ciencia establecidas en el pre test y los niveles alcanzados por los estudiantes en una escala de 0% a 100% en donde 20% es un nivel Muy Bajo, 40% nivel bajo, 60% nivel Medio, 80% Nivel Alto y 100% Nivel Muy Alto, como se muestra a continuación:

**Tabla 4. Relaciones de actitudes con niveles de desempeño.**

RELACIÓN		NIVEL DE DESEMPEÑO				
CATEGORÍA	ACTIVIDAD	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	Juego de roles					
Trabajo práctico en ciencia	Mecanismo de absorción de agua a través del xilema de una planta.					
Ciencia fuera de la escuela	Coloración de flores por absorción.					

Importancia de la ciencia	Grupos funcionales de química orgánica. Colorantes artificiales. Juego de roles					
Autoconcepto de ciencia	Generalidades del agua (contaminación). Fitorremediación.					
Futura participación en ciencia	Biosorción de colorantes orgánicos a partir de botoncillo de agua ( <i>Bidens Laevis</i> ).					
Pertenencia a la institución educativa	Pre-test Actitudes hacia las ciencias Temas introductorios de química					

Fuente. La Autora.

**7.4.3.3 Evaluación.** En esta etapa se procede a realizar la sistematización de la información obtenida en el diseño experimental y la implementación. Se elaboran los análisis de resultados y se aplica el pos-test de actitudes hacia la ciencia de Molina, Carriazo y Casas (2013), versión original de Barmby, Kind y Jones (2002), a fin de corroborar y comparar la información recogida al inicio y al final para establecer si se favoreció o no el desarrollo de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes a partir de las actividades propuestas en clase.

En la imagen 5 se puede apreciar las fases anteriormente descritas que se llevaron acabo en la investigación.

Imagen 5. Diagrama de las fases de la Investigación.



Fuente. La Autora.

## 7.5 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de los resultados obtenidos en el pre-test y post-test se construye una tabla donde se incluyen la cantidad de respuestas marcadas para los ítems de las opciones Totalmente de Acuerdo (TA), de Acuerdo (A), Indiferente (I), en Desacuerdo (D) y Totalmente en Desacuerdo (TD) con su respectiva escala likert de 1 a 5 como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 5. Escala Likert de análisis.

Opción de respuesta	TA	A	I	D	TD
Escala Likert	5	4	3	2	1

Fuente. La Autora.

Para obtener los promedios de actitud, de acuerdo a la escala adoptada (Likert) se multiplica la cantidad de opciones de respuesta seleccionadas por el valor asignado a la escala likert. Estos se suman y se dividen por la cantidad de

alumnos que seleccionaron esas opciones de respuesta para obtener un promedio de actitud hacia ese ítem como se muestra a continuación en el siguiente ejemplo:

**Tabla 6. Tratamiento de Datos.**

ITEM	TA	A	I	D	TD	VALOR					PROMEDIO
1	12	17	2	0	0	60	68	6	0	0	4,3

Fuente. La Autora.

Doce estudiantes marcaron como opción de respuesta Totalmente de Acuerdo (TA) para el primer ítem. Entonces se multiplica (12 x5), (17 x4), (2x3) y así sucesivamente. Posterior, se suman los valores obtenidos (60 + 68 + 6) y el resultado es dividido en 31 (cantidad total de estudiantes) arrojando como resultado 4,3 corroborando una actitud muy positiva hacia ese ítem.

Según Molina, Carriazo y Casas (2013):

En los ítems 6, 7 y 20, por estar contruidos de forma negativa, los cálculos se hacen a la inversa, para obtener siempre una escala positiva. En el caso del ítem 6 (la ciencia es aburrida), el cambio convierte la afirmación en la ciencia es entretenida o, en su defecto, la ciencia NO es aburrida (p110)".

## 8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los instrumentos de recolección de información que corresponden a test (pre-test y post-test), guías de trabajo, grabaciones de audio y trabajo experimental en el orden respectivo.

### 8.1 RESULTADOS PRE-TEST ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS

Los resultados se presentan en tablas y figuras describiendo los datos obtenidos en cada una de las categorías de actitudes hacia la ciencia.

Luego de la aplicación del cuestionario de actitudes hacia las ciencias, se realizó la tabulación de los resultados (Ver anexo E). De acuerdo a los promedios obtenidos para cada pregunta se calculó el promedio general según la categoría de actitud como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 7. Valores promedio obtenidos para las categorías de Actitudes Hacia las Ciencias en el pre-test.

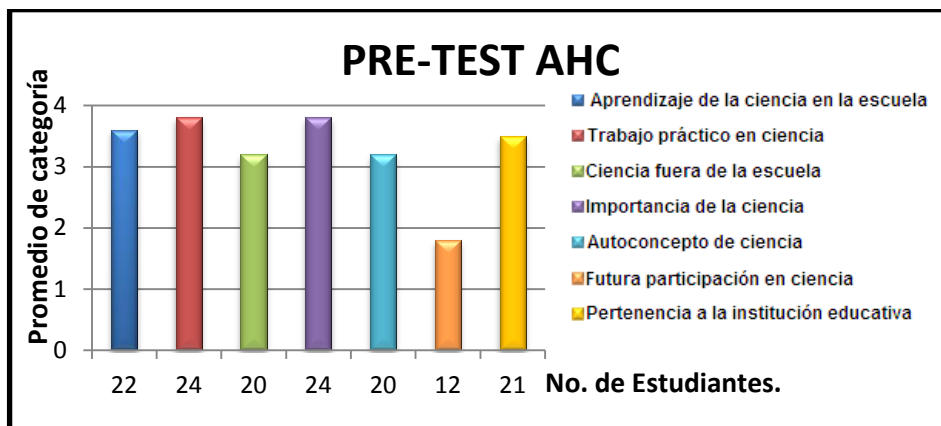
CATEGORÍA	PROMEDIO	No. De estudiantes
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	3,6	22
Trabajo práctico en ciencia	3,8	24
Ciencia fuera de la escuela	3,2	20
Importancia de la ciencia	3,8	24
Autoconcepto de ciencia	3,2	20
<b>Futura participación en ciencia</b>	<b>1,8</b>	<b>12</b>
Pertenencia a la institución educativa	3,5	21

Fuente: La Autora.

En la gráfica 1, se puede apreciar más detalladamente los promedios obtenidos en relación al número de estudiantes que se interesan por dichas categorías de actitud:



Gráfica 1. Número de estudiantes y Promedios de categorías de actitudes hacia las ciencias en el pre-test.



Fuente. La Autora.

De acuerdo con lo establecido por Barmby, Kind y Jones (2002) afirman que “promedios superiores a 5,0 reflejan una actitud favorable hacia las ciencias e inferiores de 3,0 actitudes negativas” (p.1077).

En la gráfica 1, para las categorías de ciencia fuera de la escuela ( columna verde, promedio 3.2), Autoconcepto de ciencia ( columna aguamarina, promedio 3.2) y futura participación en ciencia (columna naranja, promedio 1.8) fueron seleccionadas por pocos estudiantes ya que para el total del grupo, estos ítems son de poco interés puesto que no conciben como actividad profesional el estudio de las ciencias. .

Aunque estos resultados son comunes en diversos estudios, estos no son comparables; así, por ejemplo, al utilizar una escala numérica de actitud de 1 a 5, un valor de 3,5 no puede afirmarse que sea una mejor actitud que la correspondiente a un 3,3 (Casas, Carriazo y Molina, 2013, p.106).

Según los resultados se demuestra que los estudiantes consideran difícil el aprendizaje de química. Sus actitudes en relación con el interés de las clases de química son neutrales. Por otro lado, como se evidencia en la columna naranja de la gráfica 1, 12 de los 31 estudiantes consideran importante el aprendizaje de la

química, mientras que los 19 restantes creen que curso de química no es útil para su futura carrera (actitud negativa), sin reconocer la importancia de la química en su vida (actitud positiva).

De acuerdo a los resultados obtenidos, Cheung (2007) menciona que “una buena actitud es correspondiente con un mejor desempeño académico” (p.78), esto justifica la importancia de desarrollar las actividades propuestas en el módulo de colorantes artificiales a fin de relacionar la actitud de los estudiantes con las sesiones de clase.

Para finalizar, el pre test se observa que la tendencia de los estudiantes es que presentan niveles bajos y medios de actitud, dando respuesta al primer objetivo específico de la investigación.

## **8.2 RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICO EXPERIMENTAL**

A partir de los resultados del pre-test se llevo a cabo el tratamiento experimental con las plantas acuáticas y los colorantes.

**8.2.1 Humedal artificial.** Se recogieron 10 ejemplares de la planta Botoncillo de agua (*Bidens laevis*) del Humedal Jaboque localizado al occidente de la ciudad, continuo a la cuenca del Río Juan Amarillo; entre el Aeropuerto el Dorado y la Autopista Medellín (ver imagen 6). Las especies vegetales se transportaron en una nevera de icopor con agua.

**Imagen 6. Humedal Jaboque (Derecha). Transporte de plantas *Bidens laevis* (Izquierda).**



**Fuente:** La autora.

Posteriormente se incorporaron las plantas en ollas de barro, se adicionaron 10 mL de la solución de fertilizante NPK y se completó el volumen de la olla con agua desionizada. A diario se agregó agua para mantener el aforo del recipiente ya que había pérdida en el volumen de agua. Una cantidad por absorción de la planta, otra por efectos de evaporación y otra por transpiración propia de la planta. Este es un proceso clave en la síntesis de biomasa y en la regulación de la temperatura en las plantas.

Se adaptaron hilos y testigos como soporte de sostenimiento de cada ejemplar a fin de que haya un crecimiento vertical, ya que su tallo mide entre 50 cm y 90 cm de largo, como se puede apreciar en la imagen 7:

**Imagen 7. Diseño de humedales artificiales para *Bidens laevis*.**



**Fuente.** La autora.

La absorción del agua disminuye cuando las raíces están sometidas a bajas temperaturas o condiciones anaeróbicas o son tratadas con inhibidores de respiración. Las raíces sumergidas consumen rápidamente el oxígeno que ya no llega por difusión a través de los espacios aéreos del suelo (Bidwell, 1993, p.294).

**8.2.2 Ciclo de adaptación de la especie *Bidens laevis*.** En el mes de Diciembre, cuatro ejemplares presentaron periodo de floración que tuvo una duración de 9 días. Así mismo, para otro de los ejemplares, se evidenció floración por 12 días en el mes de Enero. Se observó un crecimiento exponencial de las especies, reflejándose en el incremento del número de hojas y el nacimiento de nuevas ramas que surgieron por medio de las raíces adventicias de la planta (ver imagen 8). Se observó la presencia de artrópodos fitófagos y ectoparásitos en algunas zonas de las hojas siendo plagas que no afectan directamente el crecimiento de la especie. Según, Salisbury, Frank y Ross (1994) “El crecimiento de la planta depende de la asimilación del agua y la interacción de las células con su entorno. Muchas de las actividades vegetales quedan determinadas por las propiedades del agua y las sustancias que hayan disueltas en ella” (p.759).

**Imagen 8. Periodo de adaptación de *Bidens laevis* a humedales artificiales.**



**Fuente. La Autora.**

Por un periodo de seis semanas se hicieron tomas regulares de pH y temperatura para simular las condiciones del humedal natural. Las medidas de pH se

encontraron entre 5,32 y 6,07 (ligeramente ácido aún con la adición de los colorantes) y las temperaturas se mantuvieron igual que al inicio de la investigación, entre 10°C y 15°C.

**8.2.3 Biosorción de colorantes artificiales.** Para un primer ensayo, se prepararon 4 soluciones, dos para cada colorante de 1,0 y 10,0 ppm y se adicionaron a 4 ejemplares el 5 de Febrero de 2014. Se hizo un seguimiento continuo; cada 4 días se recogían muestras de agua de las ollas de barro y se depositaban en frascos color ámbar para hacer las correspondientes lecturas de absorbancia. Esto se realizó por un mes a fin de determinar si hay una progresión en la absorción de los colorantes (ver tabla 4 y 5).

A partir de los datos obtenidos se procede a calcular la concentración de colorante Tartrazina (T) absorbida por la planta:

$$\frac{A = 0,0425(ppm) - 0,0188}{0,010 A + 0,0188} = ppm$$

$$x = 0,67 ppm$$

0,67 ppm que indica la concentración de la solución coloreada de Tartrazina.

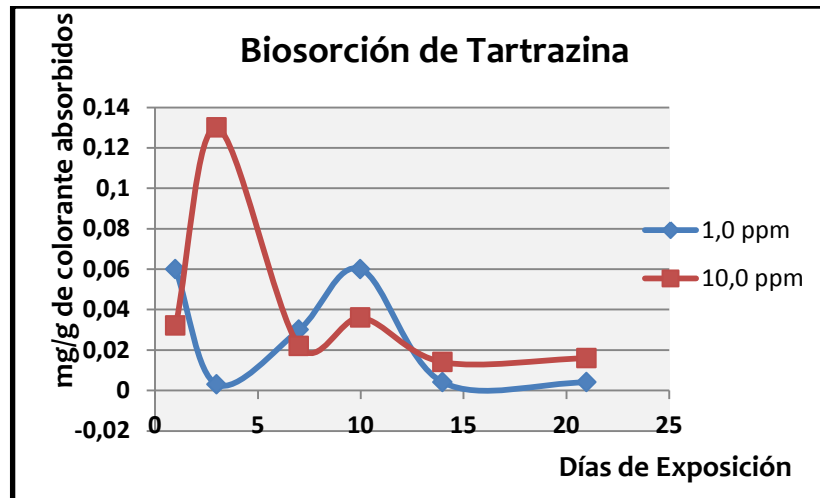
Con los datos de concentración inicial y final de los colorantes suministrados, el volumen de agua adicionado a diario y los gramos de masa vegetal se calcula la cantidad de mg retenidos por cada especie:

$$\frac{mg \text{ de colorante}}{g \text{ materia vegetal}} = \frac{V (C_i - C_f)}{g \text{ de la planta}}$$

$$\frac{mg \text{ de colorante}}{g \text{ materia vegetal}} = \frac{1,25 L (1,0 \frac{mg}{L} - 10,0 \frac{mg}{L})}{25 g} = 0,45 \frac{mg}{g} \text{ de colorante.}$$

Para los ensayos que contenían el colorante Tartrazina de 1ppm y 10 ppm se evidencian cantidades de 0,04mg/g de colorante absorbido por la planta, siendo cantidades mínimas de retención por parte de la planta y no se mantiene una progresión en la biosorción como se evidencia en la gráfica 1:

Gráfica 2. Biosorción de Tartrazina a 1,0 y 10,0 ppm.



Fuente. La Autora.

Para las plantas que tenían las soluciones coloreadas de Tartrazina, no se evidencia un cambio progresivo en las medidas de absorbancia por lo tanto, se afirma que, la planta no está absorbiendo una cantidad considerable que afecte el funcionamiento y la fisiología de la planta al no encontrarse cambios físicos como en el caso del colorante rojo de Carmoisina.

Para el colorante rojo de Carmoisina (RC), se encuentra:

$$A = 0,0406(ppm) + 0,0013$$

$$\frac{0,040 - 0,0013}{0,0406} = ppm$$

$$x = 0,95 ppm$$

0,95 ppm que indica la concentración de la solución coloreada de Rojo de Carmoisina.

Para las soluciones coloreadas de Rojo de Carmoisina se presenta un aumento progresivo en las medidas de absorbancia reflejándose de manera directamente proporcional en los mg/g absorbidos por la planta. Como se observa en la gráfica 2, para el ensayo de 1 ppm se encuentra un aumento progresivo en la cantidad de colorante absorbido por un periodo de un mes. De la misma manera para la plántula de concentración 10 ppm se observa una respuesta significativa por parte de la planta en la retención de colorantes en el interior de la planta.

Se observaron cambios físicos en la coloración de las hojas de la planta con el colorante Rojo de Carmoisina. En algunas de las hojas inferiores, se presenta una coloración amarilla y la aparición de puntos oscuros. Las lesiones causadas por la presencia de los colorantes avanzaron lentamente sin llegar a causar muerte en los tejidos de las ramillas durante el proceso de observación. Se considera que el colorante está interrumpiendo la elaboración de clorofila por lo cual se presenta el fenómeno de clorosis y posterior necrosis celular.

Los síntomas causados en las plantas por los tratamientos con soluciones coloreadas se caracterizaron por el pardeamiento de sus hojas, deshidratación del tejido foliar, disminución del diámetro de las hojas y deformación de las raíces, posterior marchites y la caída de las hojas necrosadas. En algunas ramas, la necrosis se inició desde los márgenes hasta llegar a la parte central de la hoja ( ver Imagen 9). Para la planta con concentración de 1,0 ppm de solución de Rojo de Carmoisina presentó síntomas leves. Se observaron pocas manchas necróticas durante el mes de tratamiento y no se evidencia clorosis.

**Imagen 9. Sintomatología foliar en *Bidens laevis* por el colorante Rojo de Carmoisina.**



**Fuente. La Autora.**

El proceso de acumulación de un colorante que usualmente se produce dentro de la célula vegetal implica una concentración más alta de la sustancia sobre un lado de la membrana que sobre el otro. Dado que la fuerza motora de la difusión se origina en una diferencia de concentración, es imposible que se consiga la acumulación mediante simple difusión, ya que ninguna diferencia de concentración es posible en equilibrio. Sin embargo, si las condiciones dentro de la membrana son tales que el estado fisicoquímico de la sustancia se cambia al entrar, puede producirse alguna acumulación importante (Bidwell, 1993, p.310).



**Tabla 8. Resultados para ejemplares con colorante de Rojo de Carmoisina.**

Nº OLLA	FECHA DE TOMA	COLORANTE (ppm)	pH	V SOL. COLOREADA (mL)	PESO (g) DE LA PLANTA	A ( $\lambda$ MÁX)	T (°C) DE TOMA	CONCENTRACIÓN REAL ppm	Mg/g DE COLORANTE PRESENTE EN LA PLANTA
<b>1</b>	05/02/2014	1	5.65	1250	25g	0.038	12	0,903	0,45
	08/02/2014	1	5.47	1250		0.040	12	0,950	0,53
	12/02/ 2014	1	5.50	1250		0.035	13	0.904	0,70
	15/02/2014	1	5.97	1250		0.022	15	0,506	0,78
	19/02/2014	1	5.73	1250		0.018	14	0,411	0,89
	26/02/2014	1	5.32	1250		0.011	10	0,230	1,09
<b>2</b>	05/02/2014	10	6.07	3000	75g	0,417	10	10,23	0,36
	08/02/2014	10	5.98	3000		0.407	13	9,99	0,40
	12/02/ 2014	10	5.72	3000		0.393	15	9,64	0,44
	15/02/2014	10	5.63	3000		0.357	14	8,76	0,48
	19/02/2014	10	5.55	3000		0.248	13	6,07	0,53
	26/02/2014	10	5.53	3000		0.206	10	5,04	0,61

**Fuente. La Autora.**

Tabla 9. Resultados para ejemplares con colorante de Tartrazina.

Nº OLLA	FECHA DE TOMA	Colorante (ppm)	pH	V SOL. COLOREADA (mL)	PESO (g) DE LA PLANTA	A ( $\lambda$ MÁX)	T (°C) DE TOMA	CONCENTRACIÓN REAL ppm	Mg/g de colorante presente en la planta
3	05/02/2014	1	5.65	1700	50 g	0.010	12	0,67	0,06
	08/02/2014	1	5.47	1700		0.025	12	1,03	0,003
	12/02/ 2014	1	5.50	1700		0.018	13	0,87	0,03
	15/02/2014	1	5.97	1700		0.009	15	0,65	0,06
	19/02/2014	1	5.73	1700		0.021	14	0,93	0,004
	26/02/2014	1	5.32	1700		0.026	10	1,05	0,004
4	05/02/2014	10	6.07	1800	225 g	0.394	10	9,71	0,032
	08/02/2014	10	5.98	1800		0.009	13	0,65	0,130
	12/02/ 2014	10	5.72	1800		0,368	15	9,10	0,022
	15/02/2014	10	5.63	1800		0.387	14	9,54	0,036
	19/02/2014	10	5.55	1800		0.399	13	9,83	0,014
	26/02/2014	10	5.53	1800		0.401	10	9.87	0,016

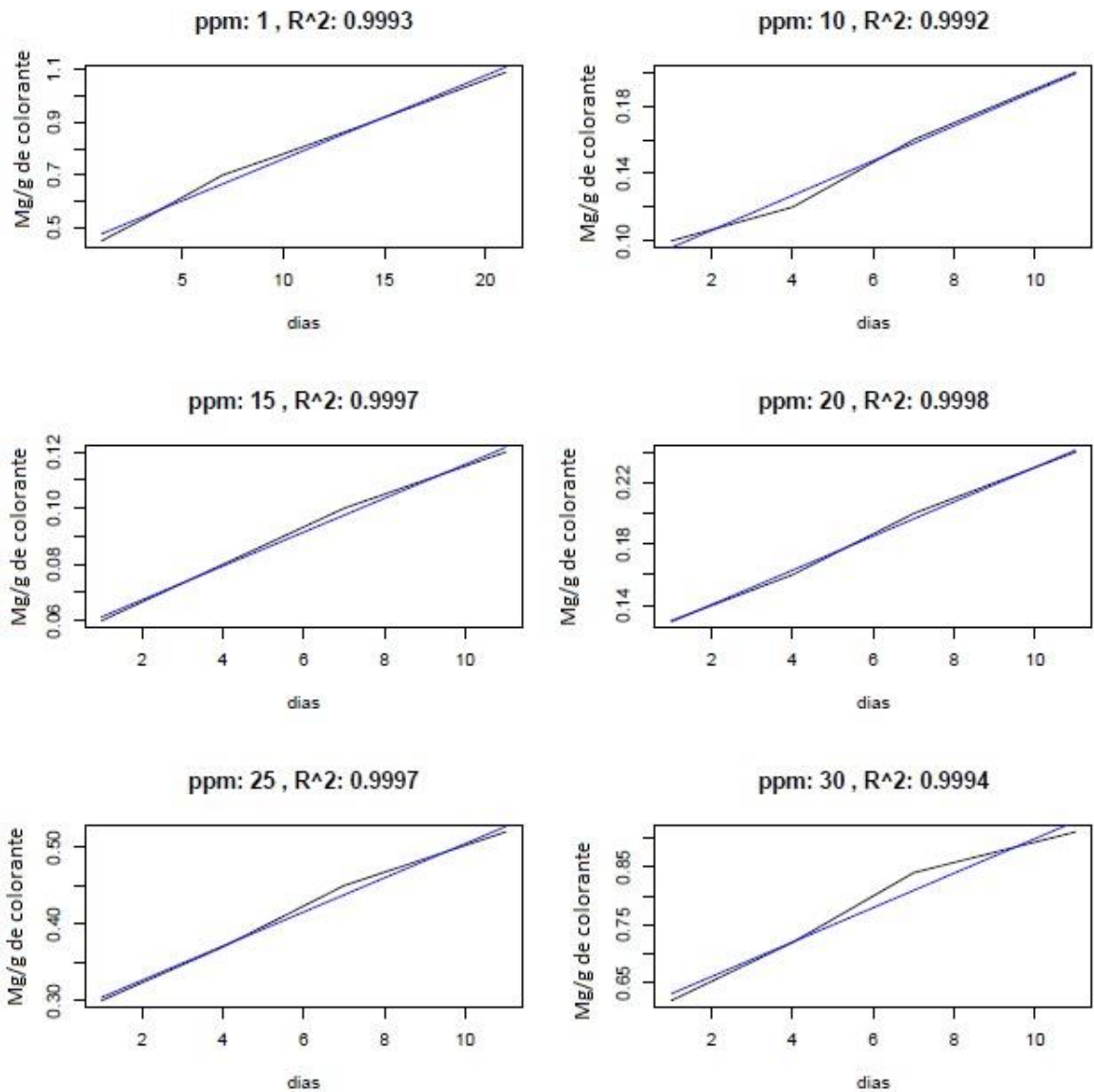
Fuente. La Autora.

De acuerdo a los resultados, estos se ven apoyados por Bidwell, donde menciona que:

Si se suministra a las células vegetales algún tipo de colorante este se acumula en su interior. Esto se debe a que el colorante se suministra a un pH de 8 al cual las moléculas no están disociadas. Al entrar en una célula cuya solución vacuolar tenga un pH cercano a 5.6 las moléculas del colorante se disocian, puesto que las paredes celulares son impermeables y la forma iónica del colorante no podrá difundir al exterior de nuevo y se produce la acumulación. Este proceso requiere de energía ya que inactiva las moléculas que acceden a su interior (Bidwell, 1993, p.311).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este primer ensayo, se procedió a trabajar en adelante únicamente con el colorante Rojo de Carmoisina. Se elabora una segunda curva de calibración ampliando el rango de concentraciones hasta 30 ppm de Rojo de Carmoisina (RC) (Ver anexo C). Se tomaron cinco ejemplares de *Bidens laevis* y se adicionaron soluciones coloreadas de Rojo de Carmoisina de 10, 15, 20, 25, y 30 ppm. Al igual que los anteriores ensayos, se tomaron muestras de cada uno y se hicieron las respectivas tomas de pH, temperatura y lecturas de absorbancia. Posteriormente se calculó los miligramos absorbidos por la planta. Los resultados se pueden observar en la tabla 6, más claramente en la siguiente gráfica:

Gráfica 3. Biosorción de Rojo de Carmoisina de 1,0ppm a 30,0 ppm.



Fuente. La Autora.

Para todos los ensayos se evidenciaron los mismos síntomas iniciales de muerte en *Bidens laevis* por el colorante de manera progresiva para las concentraciones mayores. Se observa un proceso de resecamiento de las hojas de la planta, necrosis y clorosis avanzadas para los ejemplares de 20 ppm, 25 ppm y 30ppm (ver tabla 6). Como se observa en la gráfica 3, a medida que aumenta la concentración del colorante, la retención dentro de la planta es mayor.

En las nuevas ramas crecientes producto de los estolones en la olla de 30 ppm de solución coloreada, se observó una tonalidad más clara en el verde de las hojas de la planta. La rama principal de la planta se marchitó al cabo de 2 semanas de exposición de la sustancia coloreada. En la imagen 10 se observa los cambios fisiológicos que presentaron los ejemplares de *Bidens laevis* durante el periodo de exposición al colorante Rojo de Carmoisina.

**Imagen 10. Disminución en la intensidad del color de las hojas de *Bidens laevis* producto del colorante.**



Fuente. La Autora.

Para finalizar se encontró que la especie *Bidens laevis* presentó mayor afinidad por la biosorción del colorante Rojo de Carmoisina ya que, como se mostró anteriormente se evidenciaron cambios físicos y químicos en su fisiología. Por su parte, la planta no reflejó daños internos en cuanto a la adición del colorante Tartrazina a bajas o altas concentraciones. Los resultados obtenidos en el diseño experimental aportaron elementos necesarios para la construcción y aplicación del módulo Colorantes Artificiales en los estudiantes de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar.

**Tabla 10. Resultados colorante Rojo de Carmoisina (RC) de 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm y 30 ppm.**

**Fuente. La Autora.**

Nº OLLA	FECHA DE TOMA	CONCENTRACIÓN TEORICA (PPM)	PH	V SOL. COLOREADA (mL)	A (□ MÁX)	T (°C) DE TOMA	CONCENTRACIÓN REAL ppm	mg/g DE COLORANTE PRESENTE EN LA PLANTA
5	15/03/2014	10	5,43	1250	0,059	15	2,39	0,1
	19/03/2014		5,48		0,056	16	2,24	0,12
	22/03/2014		5,41		0,025	13	0,63	0,16
	26/03/2014		5,46		0,018	14	0,27	0,20
6	15/03/2014	15	5,73	1800	0,143	14	6,75	0,06
	19/03/2014		5,78		0,247	15	12,13	0,08
	22/03/2014		5,82		0,205	12	9,96	0,10
	26/03/ 2014		5,61		0,179	10	8,61	0,12
7	15/03/2014	20	6,12	2000	0,376	14	18,82	0,13
	19/03/2014		6,22		0,233	13	11,41	0,16
	22/03/2014		6,17		0,202	16	9,80	0,20
	26/03/ 2014		6,19		0,213	17	10,37	0,24
8	15/02/2014	25	5,56	2100	0,397	16	19,91	0,3
	19/02/2014		5,49		0,227	15	11,1	0,37
	22/02/2014		5,89		0,389	14	19,45	0,45
	26/02/2014		5,42		0,335	13	16,69	0,52
9	15/02/2014	30	6,45	1550	0,249	12	12,24	0,62
	19/02/2014		6,68		0,173	15	8,3	0,72
	22/02/2014		6,79		0,155	12	7,37	0,84
	26/02/2014		6,81		0,149	13	7,06	0,91

**Fuente. La Autora.**

**8.2.4 tinción de flores de *Bidens laevis* con colorantes artificiales.** Con el objetivo de evidenciar el transporte a través del xilema, como actividad complementaria, se realizó un último ensayo para lo cual se usaron tres plántulas de la especie acuática *Bidens laevis* en plena florescencia como se observa en la imagen 11, a fin adicionar el colorante rojo de Carmoisina para teñir los pétalos de la planta por mecanismos propios de absorción de agua de la planta a través del xilema.

**Imagen 11. *Bidens laevis* en periodo de florescencia.**



**Fuente. La Autora.**

Se tuvo en cuenta las recomendaciones mencionadas en el manual de coloración de Flores por absorción Bioflora (2008). Inicialmente se sometió a una sequia por 12 horas a las plantas, a fin de deshidratarlas para que el proceso de absorción de la solución coloreada sea más eficiente.

Posteriormente se preparó la solución coloreada de Rojo de Carmoisina según la dosis sugerida de colorante como lo indica Bioflora (2008) y se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Preparación del colorante.**

TONALIDAD	DOSIS SUGERIDA	Ppm solución coloreada	TEMPERATURA
Colores Pasteles	Entre 5 a 10 gramos * 1 ½ Agua		Menor o igual a 50°C



Colores Oscuros	Entre 30 a 40 gramos * 1 ½ Agua		Menor o igual a 50°C
-----------------	------------------------------------	--	----------------------

Fuente. (Bioflora, 2008, p.9)

Se adicionó la cantidad indicada de colorante a cada especie y se dejaron sumergidas en la solución por 8 horas. Como se indica en Bioflora (2008), “una sobre exposición a la tintura puede provocar quemazón del follaje dependiendo de la variedad” (p.12). En este caso durante el tiempo de reposo de las plantas en el colorante, no se evidenció cambio en la coloración de los pétalos después de 24 horas. Al contrario en este tiempo de sometimiento las plantas se marchitaron por la exposición al colorante como se evidencia en la imagen 12.

Los cambios de color en las flores que se evidencia en la industria colombiana se producen en algunas plantas, dependiendo de la especie vegetal, generándose un cambio físico considerable en plantas vasculares, consideradas plantas superiores ya que presentan una diferenciación en los tejidos de sus raíces, tallos, hojas y flores.

Para el caso particular de la especie *Bidens laevis* no se evidenció un cambio en la coloración de los pétalos de la planta. La reacción que se generó por la alta exposición de colorante en su estructura vegetal, produjo la muerte de la planta en un periodo de 2 días.

Imagen 12. Sintomatología de *Bidens laevis* por exposición a Rojo de Carmoisina.



Fuente. La Autora.



Según, Cortázar *et al.*, (2012) “las células vivas se consideran como un reactor de decoloración en miniatura. Esta decoloración puede ser resultado de la retención física del colorante en la biomasa o de la transformación bioquímica del colorante a través del metabolismo celular”. Por lo cual se presume que el colorante es acumulado al interior de la célula

### 8.3 RESULTADOS MÓDULO COLORANTES ARTIFICIALES

Posterior al análisis del pre-test se procedió a elaborar actividades que incrementaran el interés y actitud hacia las ciencias en los estudiantes, en ítems como futura participación en la ciencia que presenta el nivel más bajo seguido por Autoconcepto de ciencia. En la primera sesión de clase se hizo la presentación del trabajo a desarrollar y un pequeño bosquejo de las actividades que se iban a implementar durante las clases. A continuación se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a las actividades y las categorías asignadas.

#### 8.3.1 Categoría Aprendizaje de la ciencia en la escuela (ACE)

A partir de los cuestionamientos generados, se desarrolló la actividad de juego de roles que reúne en una problemática componentes de tipo social, ambiental, industrial, económico y político ya que resulta de gran afectación para la población en general. Inicialmente se presentó el video titulado: *“Rio Medellín, si pudiera hablar”* como se evidencia en la imagen 13, en donde se muestra los orígenes, las actividades económicas y sociales típicas de la población (los lavados de los sedimentos en las aguas de Rio Medellín para la extracción de oro y piscicultura). Posteriormente se hace énfasis en el daño ocasionado y la problemática generada por el vertido de aguas coloreadas al Río Medellín por parte de la empresa Colorquímica en el año 2009 y nuevamente en el año 2013. El video muestra una descripción detallada del tratamiento que se le hace a las aguas coloreadas para que puedan ser desechadas con un porcentaje mínimo de contaminación.

Imagen 13. Proyección video: Rio Medellín, si pudiera hablar.



Fuente: La Autora

A continuación se formaron grupos de trabajo y se distribuyen en cinco sectores: comercial (representantes de la pescadería Marlín), ambiental (funcionarios de la corporación Regional Autónoma del centro de Antioquia CORANTIOQUIA), político (Funcionarios de la alcaldía de Medellín), industrial (administradores de COLORQUIMICA S.A) social (habitantes de Medellín) y el grupo de moderadores que llevará el control del debate.

Durante la sesión se entregó a cada grupo una guía orientadora donde cada grupo debía responder a estas preguntas y posteriormente defender su posición y dar una posible solución al problema planteado en el debate. Esta sesión fue grabada en audio de voz. Algunas de las respuestas de los estudiantes se consolidan en la Tabla 9, Para la pregunta ¿Cuál es la reacción de cada sector social dentro de la problemática?:

Tabla 12. Respuestas de los estudiantes para la primera pregunta del juego de roles.

SECTOR	RESPUESTA
Social (habitantes de Medellín)	<i>Me parece mal hecho que los de las fábricas nos hayan mandado colorantes fuertes y tóxicos a nuestro río Medellín. No estoy de acuerdo con la contaminación me gustaría que los dueños de las fábricas causantes del problema tomaran de esta agua para que sepan como sufrieron los animales a causa de esto. Estoy en desacuerdo que las fábricas textiles nos contaminen nuestro río ya que esa agua también es vida y a este paso si no cuidamos nuestro río tendremos que vivir y beber de esa agua contaminada por nosotros mismos.</i>
Industrial (colorquímica S.A.)	<i>Nosotros no tenemos ninguna función cuando por accidente se vertieron los residuos ya que no existía ninguna norma. Hasta el 2012 que empezó a regir dicha norma.</i>
Comercial (Pescadería Marlin)	<i>Papel de los comerciantes: que las empresas por hacer comercio no les importo arrojar sustancias a río así le cambie su tonalidad, afectando la vida acuática y así mismo los ingresos económicos de las personas que</i>

	<i>viven de la pesca.</i>
Ambiental (Corantioquia)	<i>Corantioquia se encarga de sancionar y establecer normas para evitar el desecho de sustancias toxicas al rio Medellín. Su prioridad es mantener los ecosistemas libres de contaminación, prohibir y sancionar el vertido de colorantes al recurso hídrico.</i>
Político (Alcaldía de Medellín)	<i>La alcaldía de Medellín debe velar por el cumplimiento de normas de las grandes empresas y el progreso de la ciudad. Se deben hacer leyes más duras que sancionen y castiguen a las empresas que hacen daños ambientales.</i>

**Fuente:** La Autora.

Como posible alternativa al problema ocasionado los estudiantes respondieron a la pregunta: Cúal es la solución que proponen? ( ver tabla 10)

**Tabla 13. Respuestas de los estudiantes a la pregunta del juego de roles.**

<b>SECTOR</b>	<b>RESPUESTA</b>
Social (habitantes de Medellín)	<i>No contaminarlo con desechos tóxicos arrojándolos al agua. No invadir las zonas del rio ni alrededor. No abusar de la piscicultura.</i>
Industrial (Colorquímica S.A.)	<i>Instalar plantas de tratamiento de aguas o buscar otras formas para limpiar el agua y no se vea de color. Usando formas como el uso de plantas que absorban el agua y se descontamine el río. También pagar una multa por haber dañado el rio y que esa plata sirva para hacer algo que lo mejore y beneficie a la ciudad.</i>
Comercial (Pescadería Marlín)	<i>Sancionar fuertemente a las empresas que hicieron el daño si es posible sellarlas hasta que cumplan con los requisitos necesarios. También se podría capacitar a la gente que trabaja ahí para que sepa el daño que produjo. No usar sustancias toxicas en la industria para que los animales no mueran.</i>
Ambiental (Corantioquia)	<i>Como el daño ya esta hecho proponemos usar diferentes técnicas que sirvan para quitar el colorante del agua: usar plantas de tratamiento de aguas, purificadores como el cloro, plantas naturales que absorban el agua y carbones que retengan el color.</i>
Político (alcaldía de Medellín)	<i>Como alcaldía de la ciudad proponemos hacer leyes y normas que regulen estos problemas. Así mismo hacer seguimiento y conocer el funcionamiento de las empresas para saber si cumplen con las cosas necesarias para que sea una empresa. De no ser así, debe cerrarse hasta que cumplan con todo.</i>

**Fuente:** la Autora.

Durante el debate, se observó en tres grupos el compromiso con el desarrollo del trabajo en grupo que lleva consigo una motivación e interés en la actividad. Se evidenciaron diferencias y alteraciones en el orden por no coincidir en el planteamiento de opiniones entre los sectores asignados y en ocasiones se tomaba la posición social del grupo contrario. Fue posible conocer la existencia de riñas y problemas de convivencia existentes en el curso entre estudiante que se evidenció al interrumpir el trabajo asignado por diferencias de opiniones y no llegar a un acuerdo entre todos los integrantes del grupo. La Imagen 14 representa la actividad desarrollada en clase.

**Imagen 14. Desarrollo del juego de roles.**



**Fuente. La autora**

Para finalizar, se pidió a cada grupo de trabajo evaluar la actividad de acuerdo a los enunciados que cuentan con cinco opciones de respuesta siendo **TA**: totalmente de acuerdo, **A**: de acuerdo, **I**: indeciso o no sabe, **D**: en desacuerdo y **TD**: totalmente en desacuerdo, manejándose una escala de 1 a 5. Los resultados se pueden apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Matriz de evaluación para la actividad de juego de roles.**

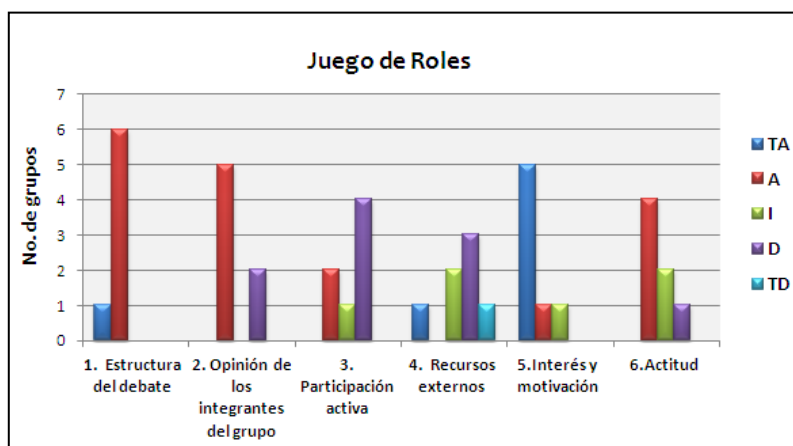
ENUNCIADO	TA	A	I	D	TD
1. La estructura general del debate está bien organizada. El reparto de papeles durante la exposición ha sido equilibrado entre todos los miembros del equipo.	1	6			
2. Se tuvo en cuenta las opiniones de los integrantes del grupo para llegar a una respuesta en consenso.		5		2	
3. Todos los integrantes de cada sector participaron activamente en el debate		2	1	4	

4. Hizo uso de recursos externos para llevar a cabo la actividad.	1		2	3	1
5. La actividad generó interés y motivación por problemáticas de tipo ambiental	5	1	1		
6. La actitud de todos los miembros del equipo promovió el desarrollo del debate.		4	2	1	

Fuente: La Autora.

Para mejores apreciaciones del lector, las respuestas para cada ítem se pueden observar en la grafica 2, en donde se evidencia que para cinco grupos de trabajo la actividad desarrollada promovió el interés por contenidos de tipo ambiental.

Gráfica 4. Evaluación juego de roles.



Fuente: La Autora.

En el enunciado número 1 los siete grupos participantes coinciden que el debate fue realizado en óptimas condiciones. En el enunciado número 2, cinco grupos respondieron que tuvieron en cuenta las respuestas de todos los integrantes para llevar a cabo la actividad. Sin embargo, se reitera que dos grupos tuvieron conflictos entre si para llegar a un común acuerdo. Para el enunciado número 3, se evidenció una mínima participación de todos los estudiantes del grupo. En los grupos la participación fue de uno o dos estudiantes teniendo el cargo de voceros. En el enunciado número 4, sólo 1 grupo manifestó haber hecho una consulta previa sobre la tematica a trabajar. En sus aportes se mencionaron las

problemáticas que han surgido a nivel nacional e internacional por el mal uso de colorantes artificiales y el vertido de estas sustancias a fuentes hídricas.

A nivel general, se observa que un 60% de los estudiantes utilizan conceptos relacionados con la química e interpretan la situación ambiental de manera correcta, sin embargo no hacen uso de dicho conocimiento para proponer y argumentar de una manera más sólida su posición respecto a la problemática. Difícilmente hacen uso de un lenguaje apropiado para expresar sus ideas y en algunos casos no relacionan los daños producidos con la realidad.

### **8.3.2 Categoría trabajo práctico en ciencia (TPC)**

Para esta categoría se diseñó como actividad experimental la práctica de laboratorio cromatografía de papel a fin de dar a conocer este método de separación de mezclas a partir de colorantes artificiales. En la enseñanza de las ciencias naturales, las actividades experimentales posibilitan al alumno obtener experiencias que le permitan desarrollar el pensamiento científico. Según García y Flores (1999):

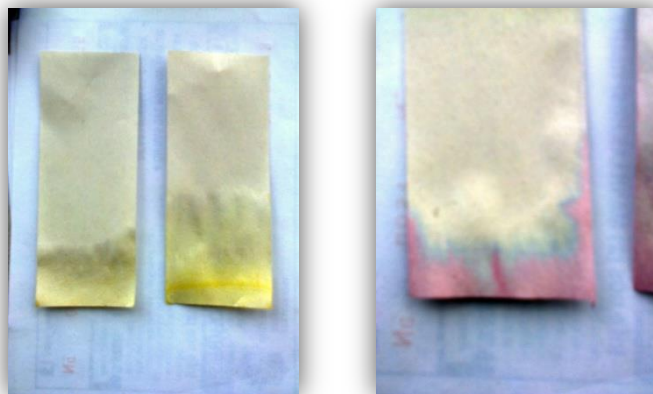
Sirven para que los alumnos verifiquen sus explicaciones y extraigan conclusiones de sus pequeñas investigaciones, de tal manera que vayan construyendo su propio aprendizaje, promueven en los alumnos la capacidad de discernimiento y fundamentación creando el hábito de tratar de dar explicaciones a los hechos y despiertan la curiosidad, proporcionan mayor capacidad de observación y cuestionan su entorno natural y social. (p.27).

El objetivo de la cromatografía fue conocer los colores que componen el recubrimiento de los dulces y los colorantes de las plantas. Estos, parecen ser de un solo color, sin embargo, contienen una mezcla de pigmentos de diferentes colores, los cuales pueden ser separados por esta técnica debido a que estos colorantes empleados en esta actividad son solubles en agua, por lo tanto el color

es *absorbido* sobre la superficie del papel (ver Imagen 15). Los componentes más solubles son arrastrados por el agua hacia arriba mientras que los menos solubles son adsorbidos y retenidos con mayor intensidad por el papel.

Durante la sesión se explicó porqué un colorante tiene la propiedad de fijarse sobre una superficie de algodón (tela), sobre alimentos y cosméticos. En la intervención se presentó la estructura química de dos colorantes usados en alimentos y textiles (Rojo de Carmoisina y Tartrazina) el porqué en altas concentraciones se considera tóxico para la salud, el ambiente y los daños que puede provocar. Los estudiantes debían realizar la actividad experimental y responder una guía.

**Imagen 15. Cromatogramas de colorantes naturales: izquierda flores de caléndula. Derecha flores de Jamaica.**



**Fuente. La Autora.**

Por medio de la actividad se comprobó que éstas estimulan en los estudiantes la capacidad de observar y formular preguntas. Fue posible identificar en el 80% de los estudiantes un gran entusiasmo por participar, expresar sus dudas, sus ideas y tratar de dar respuesta al fenómeno ocurrido. Mostraron gran interés por llevar a cabo el experimento, no hubo distracciones ni actitudes pasivas durante el desarrollo del mismo. A pesar de que estaban en plena libertad para moverse y



conversar con sus compañeros, sus charlas giraron alrededor de la actividad que estaban realizando.

Una segunda actividad experimental fue cómo cambiarle el color a una flor. Mediante el uso de colorantes artificiales, se elaboraron grupos de trabajo con los estudiantes a fin de relacionar los conceptos previos de colorantes y absorción de agua en las plantas con la finalidad de percibir un cambio físico en la pigmentación de los pétalos de un clavel como se observa en la imagen 16. La actividad generó en los estudiantes diferentes actitudes: para un 80% de los estudiantes fue interesante ver como una sustancia es absorbida por la planta y se evidencia en el cambio de color de una planta.

**Imagen 16. Claveles coloreados con Azul de Metileno.**



Fuente: La Autora.

### **8.3.3 Categoría ciencia fuera de la escuela (CFE)**

En la tercera sesión, se elaboró una intervención sobre las generalidades, clasificación y estructura de compuestos orgánicos haciendo la distinción de formación de compuestos de cadenas lineales o ramificadas y compuestos de la serie aromática para introducir los contenidos sobre colorantes artificiales. Se usó como recurso la lectura “La sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación: El caso del agua”, donde se manifiesta la situación crítica que se vive en Tehuacán- México por la contaminación de aguas producto de sustancias

coloreadas que son vertidas a los ríos. Por medio de estas intervenciones los estudiantes realizaban preguntas como: *¿Dónde se encuentran estas sustancias tóxicas? ¿Porqué si son tóxicas no se hace una correcta reglamentación para su uso?, ¿Dónde son desechadas las sustancias orgánicas que ya no se usan?*

Los estudiantes demostraron un alto compromiso con el desarrollo de la actividad e interés por argumentar, refutar y tomar una posición crítica frente a la situación expuesta. Generan actitudes favorables a los contenidos trabajados en clase ya que, como lo menciona Cheung (2007) “la categoría permite al estudiante desarrollar habilidades actitudinales ante problemáticas de su entorno cotidiano y tomar una postura de manifiesto sobre lo que acontece que favorezca a la sociedad y no ser un tema exclusivo del aula de clase” (p.82).

En una cuarta sesión, se realizó una intervención teniendo como eje central el agua. Se discutió sobre las generalidades del agua, se relacionó con el desastre ambiental ocurrido en México por el vertido inapropiado de colorantes a fuentes hídricas. Se indagó sobre la conservación, prevención y cuidado del agua, los beneficios del agua potable para la salud entre otros. De acuerdo a lo mencionado en clase, los estudiantes elaboraron dibujos y esquemas relacionados con el tema. Algunos de ellos, se observan a continuación:



### 8.3.5 Categoría futura participación en ciencia (FPC)

Para mejorar la categoría sobre futura participación en la ciencia, el juego de roles indagó sobre el interés y motivación que generó por situaciones o problemas de tipo ambiental que incluyen visiones desde el ámbito científico, social, político entre otros, teniendo como respuesta un cambio actitudinal favorable hacia los daños ocasionados en el ambiente. En el último enunciado de la matriz de evaluación para el juego de roles: “*La actitud de todos los miembros del equipo promovió el desarrollo del debate*”, cuatro grupos afirmaron que presentaron una buena actitud para la participación de la sesión, mencionando que fue de su agrado el debate y la proyección del video ya que son temas que generan interrogantes y cuestionamientos sobre el uso y aplicación de la química en la industria.

Manifiestan su interés por el estudio de carreras entre ciencias y ingenierías ya que están cuentan con la formación académica necesaria para solucionar problemas como los producidos por el mal desecho de colorantes artificiales a cuerpos de agua.

Para finalizar las actividades propuestas en el módulo, se concluye con la presentación del trabajo experimental realizado en la presente investigación. Se presentaron los objetivos, los procedimientos que se llevaron a cabo y parte de los resultados obtenidos. Mediante una proyección de imágenes se presentó la especie acuática *Bidens laevis*, el acondicionamiento temporal que se le dio a los ejemplares y el tratamiento de adición de colorantes artificiales. Se evidencia un cambio progresivo en la fisiología de la planta ya que en poco tiempo la planta envejeció hasta culminar su ciclo de vida. El grupo del grado 1102 manifestó agrado a las actividades desarrolladas e interés por las alternativas que se están desarrollando para mitigar la contaminación en aguas. Un 40% de los estudiantes mencionaron que con el desarrollo del módulo se vieron interesados por aprender

mas sobre estos temas y quizá el estudio de las ciencias esta contemplado como actividad profesional.

### **8.3.6 Categoría Pertenencia a la institución educativa (PIE)**

Para una óptima participación y comprensión de las temáticas relacionadas con colorantes artificiales, fue necesario hacer una introducción a conceptos de química orgánica ya que los estudiantes aun no habían iniciado dichas temáticas por su calendario escolar establecido. Por lo cual, se inició el plan de actividades con una lectura titulada “los carbones” donde se mencionan generalidades, usos, aplicaciones y extracción del carbono en forma natural o artificial.

En cuanto a la categoría como lo expresan Molina, Carriazo y Casas (2013) “se buscaba ir más allá de las clases de ciencias, para contar con información que relacionara las actitudes con el contexto escolar” (p.116), ya que para algunos estudiantes la estadía en el colegio es algo tediosa y poco atractiva por el ambiente escolar que se maneja.

Durante el desarrollo de las actividades, el 50% del grupo participó y apporto opiniones y manifestó una buena conducta.

### **8.3.5 8.3.7 Categoría autoconcepto de ciencia (AC)**

Para la séptima sesión se contó con menos tiempo, para lo cual se explicó el concepto de fitorremediación. Se hizo una descripción detallada de las plantas comúnmente usadas en estos procesos y las sustancias de mayor absorción por parte de las plantas según investigaciones recientes. Se solicito a los estudiantes elaborar la lectura titulada remediación de cuerpos hídricos coloreados y responder las preguntas anexas.

La octava sesión, para mejor comprensión de los estudiantes, se usó como recurso un rompecabezas sobre el mecanismo de absorción de agua a través del

xilema de una planta. De la misma manera se proyectaron imágenes alusivas, desde las partes de la planta (externas e internas). A medida que se iba completando el rompecabezas se indagaba sobre cada parte de la planta y su función a fin de que los estudiantes de una manera práctica recordaran lo aprendido en años anteriores. En grupos de trabajo se dieron las posibles opciones de respuesta para las preguntas planteadas en la actividad del módulo. Algunas de las respuestas fueron consignadas en la siguiente tabla:

**Tabla 15. Respuestas de los estudiantes actividad: mecanismo de absorción de agua a través del xilema de una planta.**

PREGUNTA	RESPUESTA
Después de que la planta absorbe la sustancia tóxica, es posible extraer ese contaminante de la planta?	“Nosotros creemos que no es posible porque es como cuando uno come, eso se transforma en otra cosa y es imposible recuperarlo”.
	Yo si creo, porque la ciencia ha avanzado mucho y se han creado tecnicas con la industria necesaria para hacer esos procedmientos.
Cuanto es el tiempo de vida media de un colorante en un afluente?	Debe ser muy largo porque en la ropa se nota. Algunas prendas cuando se lavan no se destiñen eso debe indicar que el colorante es muy fuerte y durará muchos años.
En que parte de la planta consideras que hay mayor acumulación de una sustancia tóxica?	Creemos que el color se debe encontrar las facilmente en las raices y de pronto el tallo pro que son las primeras partes que tienen contacto con la sustancia.
	Nosotros pensamos que lo mas probable es que haya mayor cantidad en las raices, pero de pronto se encuentre el colorante en las hojas porque el agua se transporta por toda la planta.

**Fuente: La Autora.**

En esta categoría se evidencia que el 30% de los estudiantes no tienen agrado por el aprendizaje de las ciencias y consideran poco útil lo visto en asignaturas anteriores, por lo cual se observa un bajo rendimiento en la actividad ya que se hace necesario retomar conceptos previos porque los estudiantes sostienen no haber aprendido nada. Otro 40% afirma haber conseguido calificaciones altas en ciencias lo cual indica para ellos que son buenos en la asignatura. El 30% restante demuestra una actitud neutral que no siente ni afinidad o desprecio por las actividades propuestas.

De manera general, en la tabla 16 se relaciona los resultados obtenidos en el módulo de colorantes artificiales con los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes durante la intervención de la estrategia didáctica.

**Tabla 16. Relación de los niveles de desempeño alcanzados durante el desarrollo del Módulo.**

RELACIÓN		NIVEL DE DESEMPEÑO				
CATEGORÍA	ACTIVIDAD	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	Juego de roles			60%		
Trabajo práctico en ciencia	Mecanismo de absorción de agua a través del xilema de una planta.		80%			
Ciencia fuera de la escuela	Coloración de flores por absorción.			60%		
Importancia de la ciencia	Grupos funcionales de química orgánica. Colorantes artificiales. Juego de roles		80%			
Autoconcepto de ciencia	Generalidades del agua (contaminación). Fitorremediación.				40%	
Futura participación en ciencia	Biosorción de colorantes orgánicos a partir de botoncillo de agua ( <i>Bidens Laevis</i> ).				40%	
Pertenencia a la institución educativa	Pre-test Actitudes hacia las ciencias Temas introductorios de química			50%		

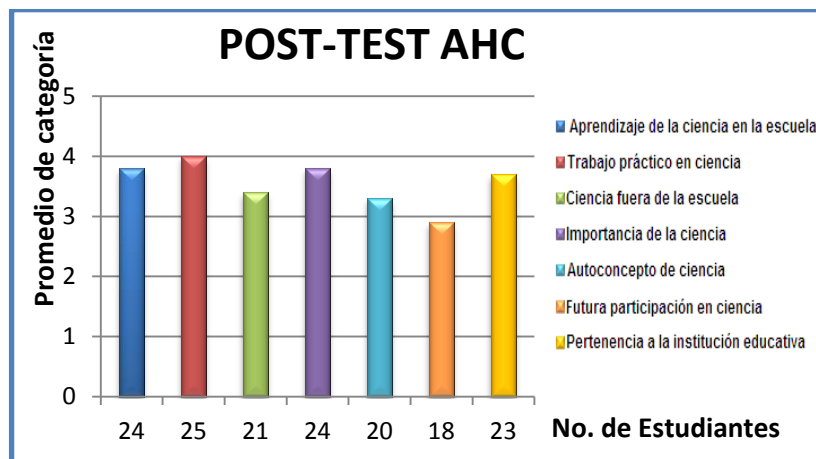
**Fuente. La Autora.**

#### 8.4 RESULTADOS POST TEST ACTITUDES HACIA LA CIENCIA

Para finalizar la intervención del módulo “*colorantes artificiales*”, se aplicó nuevamente el test adaptado por Molina, Carriazo y Casas (2013) para comparar los resultados obtenidos al inicio y al final de las intervenciones e identificar si hubo una progresión en las actitudes de los estudiantes encuestados.

La información se sistematizó con las mismas condiciones del pre test (ver anexo F) Se presentan los datos descriptivos de las actitudes hacia la ciencia de la totalidad de la muestra de estudiantes. La grafica 3 muestra los resultados obtenidos en el post test de actitudes hacia las ciencias:

**Gráfica 5. Número de estudiantes y Promedios de categorías de actitudes hacia las ciencias en el pre-test.**



Fuente. La Autora.

Considerando los valores asignados y la escala de promedios establecida, 25 de los estudiantes encuestados tienen una actitud favorable hacia la ciencia, sus puntajes totales son muy similares a los que se obtiene en cada una de las categorías trabajadas en anteriores investigaciones Molina, Carriazo y Casas (2013), Barmby, Kind y Jones (2002).

De acuerdo a los valores de promedios obtenidos en el pre test y el post test se observa un aumento significativo en seis de las categorías de actitudes hacia las ciencias como se muestra en la tabla 13:

**Tabla 17. Resultados de los promedios del Pre y Post-test para las categorías de Actitudes Hacia las Ciencias.**

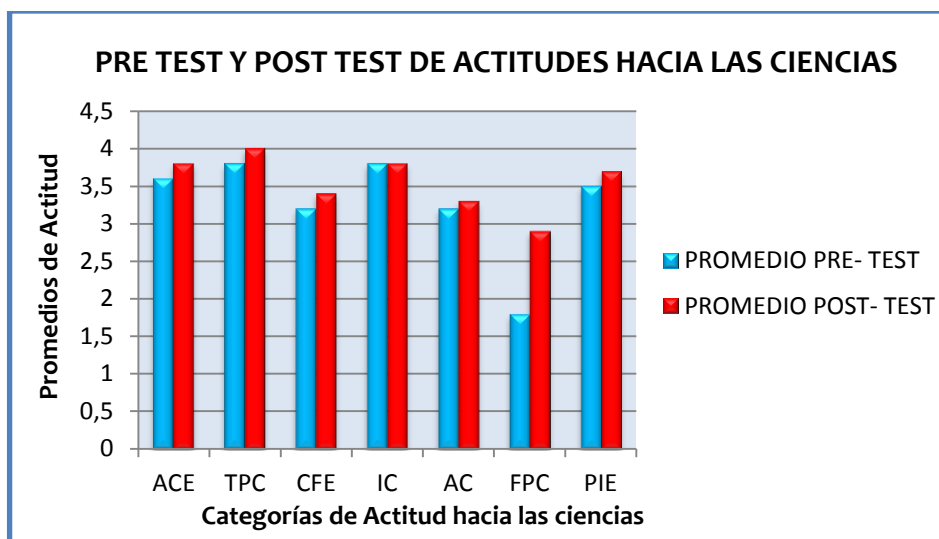
CATEGORÍA	ABREVIACIÓN DE LA CATEGORÍA	PROMEDIO PRE- TEST	PROMEDIO POST- TEST
Aprendizaje de la ciencia en la escuela	ACE	3,6	3,8
Trabajo práctico en ciencia	TPC	3,8	4,0
Ciencia fuera de la escuela	CFE	3,2	3,4
Importancia de la ciencia	IC	3,8	3,8
Autoconcepto de ciencia	AC	3,2	3,3
<b>Futura participación en ciencia</b>	FPC	1,8	2,9
Pertenencia a la institución educativa	PIE	3,5	3,7

Fuente. La Autora.



En los resultados obtenidos en el pre y post test la categoría **aprendizaje de la ciencia** en la escuela tuvo un incremento de dos unidades en el post-test. El grupo presentó una mejor disposición a las actividades que se llevaron a cabo, mostraron interés por los temas científicos dentro y fuera del aula de clase. El uso de una variedad de estilos y métodos de enseñanza puede aumentar la atención y el interés en los estudiantes por el aprendizaje de la química. Si las lecciones impartidas no son interesantes por los estudiantes, ellos no escucharán y participarán en la clase. Esto a su vez afectará su rendimiento académico. Le corresponde a los docentes que las lecciones sean una experiencia de aprendizaje agradable. “Tales actitudes positivas, habilidades cognitivas y conocimientos ayudarán a que en el futuro los ciudadanos están informados continuamente de la pertinencia de saber temas de ciencias, hacer juicios y tomar decisiones sobre cuestiones relacionados con la química” (Salta y Tzougraki,2004, p.540).

Gráfica 6.Comparación de promedios del test y post test de actitudes hacia las ciencias.



Fuente: La Autora.

Como se observa en la gráfica 7, es importante destacar que la categoría de **trabajo práctico en ciencia** aumentó dos unidades en el post-test ubicándose en un nivel alto de actitud. (Actitud positiva). Tal como lo menciona Cheung (2007)

“se hace evidente que los hombres presentan mayor afinidad por las clases teóricas de química más que las mujeres” (p89). Las mujeres presentaron mayor destreza en el manejo de material de laboratorio y destrezas para llevar a cabo las prácticas. Se demuestra que los estudiantes tienen una mayor disposición hacia el aprendizaje de la química cuando el maestro les permite realizar experimentos en el laboratorio. Por el contrario, los estudiantes no muestran una actitud positiva cuando se les pide escuchar cuando se está enseñando en el frente, por ejemplo, las teorías y los principios de la química orgánica.

Para la mayoría de los estudiantes los contenidos de la química son demasiados amplios para aprender en poco tiempo. les resulta un poco difícil de aprender conceptos de química puesto consideran tediosas y aburradas las clases puramente teóricas y sin relación alguna con el contexto ya que no le hayan utilidad e importancia. En la categoría **ciencia fuera de la escuela**, según Wan y Mat (2012) “los estudiantes deben adquirir el conocimiento y las habilidades necesarias en la ciencia y la tecnología en el contexto de los fenómenos naturales y las experiencias de la vida cotidiana”(p.297).

En la categoría **Importancia de la ciencia en la escuela**, los estudiantes de grado once consideran que el aprendizaje de la química no es difícil ni fácil. Sus actitudes con respecto a la dificultad de las lecciones de química están relacionadas con conceptos, símbolos y la resolución de problemas. La aplicación de símbolos y conceptos de química depende de la capacidad de análisis de fenómenos macro y microscópicos.

De acuerdo con lo mencionado por Salta y Stzougraki (2004), “una de las dificultades que los estudiantes tienen en la comprensión y aplicación de conceptos químicos, es la resolución de problemas químicos que requieren habilidades matemáticas” (p.541). Por lo tanto, consideran difícil decodificar y aplicar métodos matemáticos a problemas de química.

El nivel más bajo de aceptación entre los estudiantes fue para la categoría **futura participación en ciencia**. Aunque tuvo un aumento significativo no fue el suficiente para elevar el nivel a la escala media. Esta actitud negativa se corrobora con el bajo interés que tienen los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias y su mínima escogencia como actividad profesional. En relación con la clase de estudios, los estudiantes desean continuar con estudios profesionales, aspecto que puede considerarse favorable teniendo en cuenta las dificultades que suelen presentarse para acceder a la educación superior en nuestro país.

De otra parte, el bajo nivel de esta categoría también puede estar relacionado con otros aspectos que se inscriben en el ambiente escolar y particularmente a uno de sus agentes: el profesor. Los estudiantes probablemente responden a lo afirmado por Hernández (2012):

“la actitud que tiene el docente, el estilo de enseñanza y el lenguaje usado para comunicar la ciencia es determinante en el modelo de ciencia que construya el estudiante dado que este puede incidir tanto negativa como positivamente en la actitud que los estudiantes tengan hacia la ciencia” (p.25).

Al igual que lo planteado en estudios anteriores por Molina, Carriazo y Casas (2013) “los estudiantes consideran que el estudio de ciencias puras o ingenierías son aptas para personas con mayores capacidades intelectuales y aplicadas al estudio ya que mencionan que algunos temas son difíciles de aprender y requieren de esfuerzo y dedicación” (p.115). Se encuentran similitudes en los resultados encontrados por Molina, Carriazo y Casas (2013) y Barmby, Kind y Jones (2002) reflejando una tendencia mundial para este ítem.

Por otra parte, para la categoría de **pertenencia a la institución educativa** las actitudes de los estudiantes en cuanto a los intereses de la química pasaron de ser neutrales a niveles altos. El tiempo de las lecciones de química (4 horas por

semana), el métodos de enseñanza de la química por parte del docente y la falta de experimentos de laboratorio fueron razones de peso que incrementaron el desempeño y la mejora de las actitudes en los estudiantes. Se evidenció que las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia están fuertemente influenciadas por lo que el maestro está haciendo en aula. En el colegio la química que se enseña es puramente teórica sin desarrollarse prácticas de laboratorio lo que disminuye el interés del alumno para las clases de química.

En la categoría **Autoconcepto de ciencia**, el 80% de los estudiantes reconoce que la química es útil para interpretar los aspectos de su vida cotidiana, pero sólo el 10% de los estudiantes expresan su deseo de continuar estudios relacionados con la química. La mayoría de los estudiantes expresa que la química no es su materia favorita en la escuela y aquellos que tienen un bajo rendimiento académico presentan dificultades y les cuesta mas trabajo la comprensión de algunos temas. El 70% de los estudiantes afirman que sus deficiencias radican en la extensión de los contenidos propuestos ya que encuentran dudas y es difícil para ellos avanzar con el siguiente tema si tienen no se claridad de la lección anterior.

En general, se puede apreciar que hubo un incremento en las siete categorías de actitudes posesionándose los promedios en un nivel medio y alto. Como se observa en la grafica 7, se evidencia que hubo una tendencia a favorecer el interés, la motivación y la importancia del aprendizaje de la química por parte de los estudiantes luego de la implementación de las actividades propuestas en el modulo de colorantes artificiales.

Por ende, para dar respuesta al cuarto objetivo planteado en la investigación, los alcances de la estrategia didáctica que se presenta permiten afirmar que el uso del módulo a aumentado la tendencia de los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar, a tener mejores concepciones del

aprendizaje y uso de la química en su cotidianidad, a generar cuestionamientos sobre el buen uso de sustancias y la creación de estrategias que mitiguen el impacto ambiental que estas producen. Así mismo, aunque se presenta un aumento en todas las categorías, no se logró conseguir un promedio medio para la categoría de futura participación en ciencia, ya que, como se ha mencionado antes, los estudiantes no se consideran personas autodidactas, dedicadas y con compromiso para estudiar una ciencia o ingeniería.

## 9. CONCLUSIONES

El diseño de estrategias en investigaciones experimentales realizadas por el docente, permite la construcción de espacios de acercamiento a los estudiantes a la tecnología y el ambiente por medio de problemáticas relacionadas con su entorno aumentando la probabilidad de generar actitudes positivas hacia las ciencias por medio de actividades.

La biosorción demostró ser una técnica viable para el tratamiento de colorantes artificiales, de fácil aplicación y mantenimiento, principalmente por sus bajos costos y poca complejidad. De acuerdo a lo observado, la especie *Bidens laevis* presenta una apropiada adaptación a las condiciones de estrés (bajas temperaturas y disponibilidad de nutrientes).

La discusión y contextualización acerca del proceso de biosorción de colorantes artificiales y los miligramos de retención obtenidos por *Bidens laevis*, contribuyó a la elaboración de actividades que fortalecieran las actitudes hacia las ciencias a partir de un conocimiento disciplinar fundamentado en la experimentación realizada en laboratorio para la presente investigación.

La caracterización y los análisis por categorías de actitudes hacia las ciencias permiten que los estudiantes tengan afinidades por el trabajo práctico de laboratorio, ya que este permite evidenciar de forma más tangible fenómenos propuestos y mejora las relaciones interpersonales entre los integrantes de los grupos. A su vez, los estudiantes tienen actitudes negativas hacia la futura participación en la ciencia, ya que consideran que el estudio de ellas es difícil y requiere de mucha dedicación.

El diseño e implementación de módulos son una estrategia que puede construirse para generar un conocimiento práctico. Los estudiantes trabajan y asimilan mejor

las actividades propuestas al relacionarlas con su cotidianidad ya que permite acercar problemáticas del entorno y desarrollar los planteamientos del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.

## 10. RECOMENDACIONES

El desarrollo de actitudes favorables hacia las ciencias requiere de tiempo y una cuidadosa planificación de las actividades a implementar que potencialicen la actitud de los estudiantes. Por lo tanto, se deben crear y proponer estrategias didácticas que superen estos desafíos y se incrementen el estudio de la química. Esto con el fin de asegurarle a las futuras generaciones un óptimo desarrollo científico y tecnológico que permita mejorar la calidad de vida de la sociedad.

El uso de la especie acuática *Bidens laevis* como mecanismo de absorción de sustancias contaminantes es viable ya que como se presentó en esta investigación, es capaz de absorber altas concentraciones de un agente tóxico. La planta es considerada como una especie invasiva por su rápida reproducción, hasta llegar al límite de recubrir el espejo de agua de los humedales donde se encuentra y fuera de su medio natural, se adapta fácilmente a condiciones artificiales.

Para resultados más precisos, se recomienda para próximos estudios un análisis químico instrumental más detallado, a fin de identificar en qué partes específicas de la planta (tallos, raíces, hojas) se encuentra mayor concentración del colorante.

Las técnicas de fitorremediación son mecanismos económicos para el tratamiento de sustancias tóxicas en ambientes naturales ya que el contaminante pasa a ser absorbido por la planta. Se sugiere, posteriormente, diseñar una estrategia de recuperación final del contaminante ya que como se evidenció en el trabajo, la sustancia causa la muerte de la planta.



## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Almudena, V. (2010). *Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos.* (Tesis de doctorado). Universitat Jaume I. Escola Superior de Tecnologia i ciències experimentals. Castellón de la Plana- España.
- Barmby, P., Kind, P., y Jones, K. (2002). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education.* 8 (30), 1075-1093.
- Bertness, M., y Callaway, R. (1994). Positive interactions in communities. *Trends in ecology and evolution.* 9,191-193.
- Bidwell, R.G.S. (1993). Fisiología vegetal. Balance hídrico de las plantas. 1993. México D.F. México: AGT editor.
- Bioflora. (2008). Manual de coloración por absorción de flores bicolor de Bioflora S.A. 1-13.
- Bonilla, M., y Pinzón, J.(2002). *Contribución al estudio de la influencia del botoncillo de agua (Bidens laevis BSP) sobre la calidad de agua en Marengo.* (Tesis de pregrado).Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.
- Cheung, D. (2007). Students' attitudes toward chemistry lessons: the interaction effect between gradelevel and gender. *Research in Science Education.* 39 (1),75-91.

- Cortázar, A., González, C., Coronel, C., Escalante, J., Castro, J., Villagómez, J. (2012). Biotecnología aplicada a la degradación de colorantes de la industria textil. *Universidad y ciencia: Trópico Húmedo*.28 (2). 187-199.
- Cuervo, J. (2009). *Construcción de una escala de actitudes hacia la matemática (tipo likert) para niños y niñas entre 10 y 13 años que se encuentran vinculados al programa pretalentos de la escuela de matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda*. (Tesis de Maestría).Universidad Sergio Arboleda. Bogotá-Colombia.
- Cusse, M. (2008). *Aporte a la fitoextracción de metales pesados presentes en sedimentos*. (Tesis de Maestría) Universidad de los Andes. Bogotá-Colombia.
- Dirección General de Normas Mexicanas (1975). Colorante orgánico-sintético Rojo No. 5 Carmoisina. NMX-F-263-1975. México D.F.
- García, M., y Flores, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Revista Perfiles Educativos*. Enero-Junio. (84), 27.
- Gil, M., Usma, J., Soto, A., Gutiérrez, O., Sánchez, G., y Jiménez, T. (2011). Decoloración de efluentes textiles que contienen colorantes reactivos empleando extracto de alcachofa. *Producción + Limpia*. Julio - Diciembre. 6 (2), 19-31.
- Gómez, M. A., y Pozo, J. I. (1998). Aprender y enseñar ciencias: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid, España: Ediciones Morata.S.L.

- Gutiérrez, G. (2005). *Metales pesados en los sedimentos del lago de Tota*. (Tesis de Maestría). Universidad de los Andes. Bogotá-Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (1998). Metodología de la Investigación. México D.F. México: McGraw-Hill Interamericana editores.
- Hernández, R. (2012). Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grado undécimo de algunos colegios públicos y privados de Bogotá. *Revista de la Facultad de Psicología Universidad Cooperativa de Colombia*. Enero-Junio 8, (14), 93-102.
- Kerlinger, F.N. (1982). Fundamentos de la Investigación del Comportamiento. México D.F. México: Nueva Editorial Interamericana.
- Manassero, M., Vázquez, Á., y Acevedo, J. (2001). La evaluación de las actitudes CTS. *Sala de lecturas CTS+I de la OEI*. Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo11.htm>. Febrero, 2001.
- Martínez, L. F., Villamil, Y. M., y Peña, D. C. (2006). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de casos simulados. *Revista OEI*. Recuperado de <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/m04p24.pdf>
- Méndez, R. (2008). *Estudio comparativo de las rutas de degradación de tres colorantes tipo azo por oxidación tipo foto-fenton*. (Tesis de Pregrado) Universidad de los Andes. Bogotá-Colombia.
- Molina, M.F., Carriazo, J.G., y Casas, J.A. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo.

Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes.  
*Revista Tecné, Episteme y Didaxis*. Enero – Junio, (33), 103 – 122.

Molina, M. F., Carriazo, J. G., y Farias, D.M. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia.  
*Química Nova*. Septiembre, 34 (9), 1672-1677.

Moreno D., y Niño L. (2012). *Las plantas acuáticas como herramienta para la enseñanza de conceptos botánicos en educación no formal*. (Tesis de Pregrado) Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá-Colombia.

Padmavathiamma, P., y LI, L.(2004). Phytoremediation technology: hyper-accumulation metals in plants. *Water air soil pollut.* 184. 105-126.

Prasad, M.N.V. (2003). Phytoremediation of Metal-Polluted Ecosystems: Hype for Commercialization. *Journal of Plant Physiology*. 50 (5), 686 – 700.

Roldán, G., y Ramírez, J. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. Rio Negro- Antioquia, Colombia: Editorial Antioquia.

Salisbury, F., y Ross, C.(1994). Fisiología vegetal. México D.F. México: Editorial Iberoamérica.

Salta, K., y Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education, Wiley Periodicals, Inc.* 88. 535 - 547.

Sánchez, J., y Torres, L. (2012). *Fitorremediación de Mercurio como estrategia CTSA para el desarrollo de habilidades argumentativas*. (Tesis de Pregrado). Universidad pedagógica Nacional. Bogotá-Colombia.

- Schmidt, U. (1998). *Vegetación acuática y palustre de la sabana de Bogotá y plano del Rio Ubaté: aspectos ecológicos y taxonomía de la flora acuática y semiacuática*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.
- Torres, M. (2012). *La fisiología de la absorción y conducción de agua y minerales a través del xilema en plantas vasculares y el desarrollo de la inteligencia visual y espacial como propuesta para su aprendizaje*. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vásquez, C. (2004). Tratamiento de los residuos líquidos del área de tinturados en flores de exportación con *Eichhornia crassipes* (Buchón de Agua). *Revista Lasallista de Investigación*. Diciembre. 1(2), 23 -27.
- Wade, L.G. (2002). *Química Orgánica*. Madrid, España: Editorial Pearson.
- Wan, F., y Mat, Z. Urban students: Attitude towards learning chemistry. ASIA Pacific International Conference on Environment - Behaviour Studies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Diciembre. 68 (19), 295–304.
- Zenteno, B. E., y Garriz, A., (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Eureka para la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), pp-2-25

## 12. ANEXOS

### ANEXO A: Test actitudes hacia las ciencias



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
IED JUANA ESCOBAR  
CUESTIONARIO DE ACTITUDES HACIA LAS CIENCIAS**



Este cuestionario contiene enunciados y afirmaciones acerca de las actitudes en ciencias. Deseo saber tu opinión personal en cada uno de los casos, para los cuales no existe una respuesta correcta o única, solo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una X, en el cuadro respectivo, tu respuesta.

Posees las siguientes opciones: TA= totalmente de acuerdo. A= de acuerdo. I= no estoy seguro (a), indecisión. D= en desacuerdo. TD= totalmente en desacuerdo.

Edad: \_\_\_\_\_ Género: Masculino \_\_\_\_\_ Femenino \_\_\_\_\_  
Grado: \_\_\_\_\_

#	AFIRMACIÓN O ENUNCIADO	TA	A	I	D	TD
1	En las clases de ciencias aprendemos cosas interesantes.					
2	En casa, reviso mis apuntes tomados en las clases de ciencias.					
3	Las clases de ciencias son interesantes.					
4	Me gustaría tener más clases de ciencias en la semana.					
5	Me agrada más la clase de ciencias que otras asignaturas o materias.					
6	La ciencia es aburrida.					
7	La ciencia me parece difícil.					
8	Me creo bueno (a) en ciencias.					
9	Obtengo buenas notas en ciencias.					
10	Aprendo ciencias con rapidez.					
11	La ciencia es mi tema favorito.					
12	En mis clases de ciencias, comprendo todos los contenidos.					
13	El trabajo experimental en ciencias es emocionante.					
14	Me gusta el trabajo experimental en ciencias porque me genera expectativas y preguntas.					
15	El trabajo experimental en ciencias es agradable porque me permite trabajar en grupo.					
16	Cuando realizamos trabajo experimental en ciencias, me agrada porque puedo planearlo.					
17	Me gustaría tener más trabajo experimental en clases de ciencias.					
18	El trabajo experimental me facilita el aprendizaje de las ciencias.					
19	Espero con interés las siguientes actividades experimentales en ciencias.					
20	El trabajo experimental en ciencias es aburrido.					
21	Me gustaría pertenecer a un club de ciencias.					
22	Me agrada ver programas de ciencias en la TV.					

23	Me gustaría visitar museos científicos.						
24	Me gustaría realizar más actividades científicas fuera de la clase.						
25	Me gustaría leer libros y revistas de ciencias o de divulgación científica.						
26	Es emocionante e interesante aprender sobre los nuevos avances y descubrimientos en ciencias.						
27	Me gustaría estudiar más ciencias en el futuro.						
28	Me agrada estudiar una carrera científica en la universidad.						
29	Me gustaría tener un empleo relacionado con las ciencias.						
30	Me agrada volverme un profesor de ciencias.						
31	Me gustaría ser un científico						
32	La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad.						
33	La ciencia y la tecnología hacen la vida más fácil y confortable.						
34	Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales.						
35	La ciencia y la tecnología ayudan a aliviar la pobreza.						
36	Hay muchas cosas importantes que ocurren en ciencia y tecnología.						
37	El trabajo de los científicos es emocionante.						
38	Me agrada el ambiente escolar de mi colegio.						
39	Recomendaría a mis amigos estudiar en este colegio.						
40	Las actividades que realizamos en el colegio me parecen aburridas.						
41	Me siento parte de esta institución educativa.						
42	Del total de mi tiempo, deseo permanecer mucho en el colegio.						
43	Me llevo bien con mis profesores.						
44	Me siento feliz la mayor parte del tiempo cuando estoy en el colegio.						
45	Doy todo lo necesario para tener buen rendimiento en el colegio.						

Cuestionario Tomado y adaptado por Molina, M., Carrizo, J., Casas, J. (2013).

**“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”.**  
**Albert Einstein (1879-1955)**



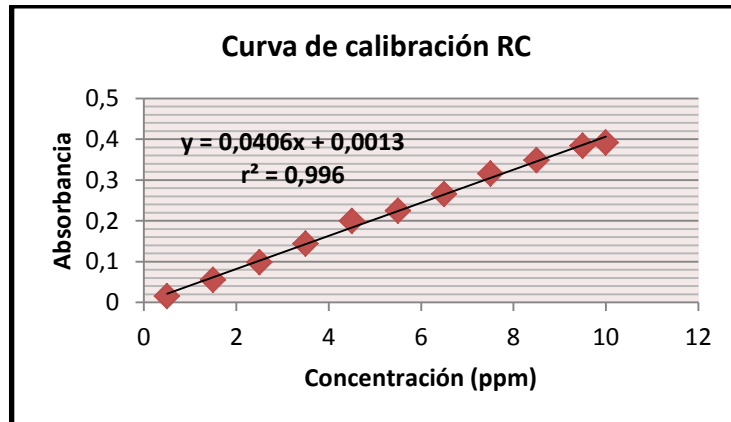
## ANEXO B: Curvas de calibración para Rojo de Carmoisina y Tartrazina de 0 ppm A 10 ppm.

Imagen 18. Soluciones para la curva de calibración de Rojo de Carmoisina y Tartrazina.

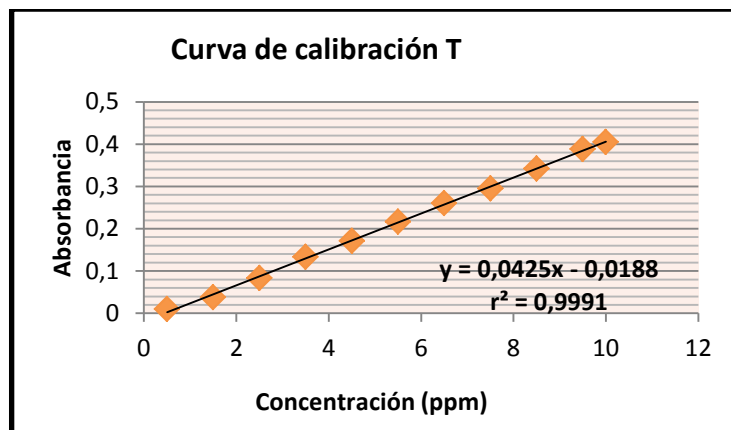


Fuente. La Autora.

Gráfica 7. Curva de calibración para Rojo de Carmoisina.



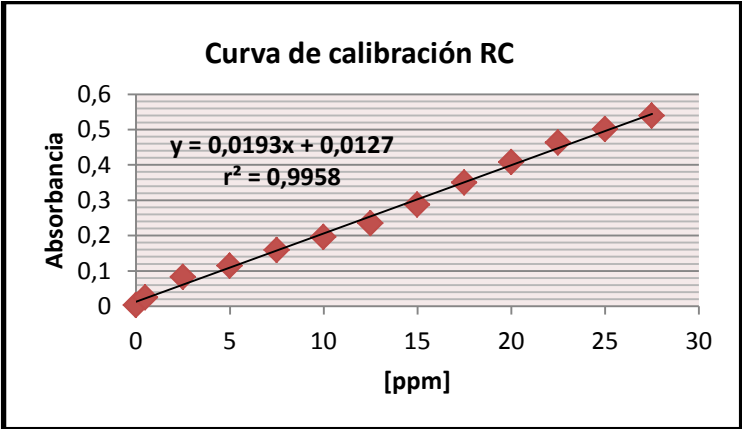
Gráfica 8. Curva de calibración para Tartrazina.





**ANEXO C: Curva de calibración para Rojo de Carmoisina de 0 ppm A 30 ppm.**

Gráfica 9. Curva de calibración de 0 ppm a 30 ppm de Rojo de Carmoisina.



## ANEXO D: Instrumento de evaluación juego de roles

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
FACULAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA  
TRABAJO DE GRADO

Con el desarrollo de la actividad Juego de roles: “El vertimiento de colorantes al río Medellín” se busca evaluar la participación de los estudiantes en la dinámica. Para lo se cuenta con cinco enunciados de acuerdo a los enunciados que cuentan con cinco opciones de respuesta siendo **TA**: totalmente de acuerdo, **A**: de acuerdo, **I**: indeciso o no sabe, **D**: en desacuerdo y **TD**: totalmente en desacuerdo.

ENUNCIADO	TA	A	I	D	TD
1. La estructura general del debate está bien organizada. El reparto de papeles durante la exposición ha sido equilibrado entre todos los miembros del equipo.					
2. Se tuvo en cuenta las opiniones de los integrantes del grupo para llegar a una respuesta en consenso.					
3. Todos los integrantes de cada sector participaron activamente en el debate.					
4. Hizo uso de recursos externos para llevar a cabo la actividad.					
5. La actividad generó interés y motivación por problemáticas de tipo ambiental					
6. La actitud de todos los miembros del equipo promovió el desarrollo del debate.					

## ANEXO E: Tabla de resultados del pre-test de actitudes hacia las ciencias

Tabla 18. Resultados de pre-test de actitudes hacia las ciencias y promedios para 31 estudiantes.

ITEM	TA	A	I	D	TD	VALOR					PROMEDIO
1	12	17	2	0	0	60	68	6	0	0	4,3
2	2	16	5	6	2	10	64	15	12	2	3,3
3	8	17	6	0	0	40	68	18	0	0	4,1
4	2	7	14	5	3	10	28	42	10	3	3,0
5	1	11	12	6	1	5	44	36	12	1	3,2
6	0	2	7	12	10	0	4	21	48	50	4,0
7	1	3	11	12	2	1	6	33	48	10	3,4
8	0	18	7	5	0	0	72	21	10	0	3,4
9	4	19	6	0	0	20	76	18	0	0	3,1
10	2	13	11	4	0	10	52	33	8	0	3,1
11	0	1	11	12	7	0	4	33	24	7	3,1
12	2	15	12	0	0	10	60	36	0	0	3,2
13	5	18	4	4	0	25	72	12	8	0	3,8
14	7	16	5	3	0	35	64	15	6	0	3,9
15	6	15	7	2	1	30	60	21	4	1	3,7
16	4	13	11	3	0	20	52	33	6	0	3,6
17	9	18	1	2	1	45	72	3	4	1	4,0
18	8	18	3	2	0	40	72	9	4	0	4,0
19	4	14	9	3	1	20	56	27	6	1	3,5
20	0	1	9	14	7	0	2	27	56	35	3,9
21	1	3	9	13	5	5	12	27	26	5	2,4
22	8	12	4	3	3	40	48	12	6	3	3,6
23	6	13	6	2	3	30	52	18	2	3	3,5
24	3	13	8	5	1	15	52	24	10	1	3,4
25	2	5	8	9	5	10	20	24	18	5	2,6
26	3	19	5	3	0	15	76	15	6	0	3,7
27	1	6	8	11	5	5	24	24	22	5	2,6
28	0	3	8	11	7	0	12	24	22	7	2,2
29	0	2	9	11	6	0	8	37	22	6	2,4
30	0	2	3	17	9	0	8	9	34	9	2,0
31	0	0	9	12	8	0	0	27	24	8	2,0
32	17	11	3	0	0	85	44	9	0	0	4,5
33	13	10	7	1	0	65	40	21	2	0	4,1
34	7	9	11	4	0	35	36	33	8	0	3,6

35	2	8	17	2	2	10	32	51	4	2	3,2
36	12	11	6	1	0	60	44	18	2	0	4,0
37	6	14	8	2	1	30	56	24	4	1	3,7
38	5	14	9	2	1	25	56	27	4	1	3,6
39	9	13	7	2	0	45	52	21	4	0	3,9
40	1	5	11	11	3	5	20	33	22	3	2,7
41	8	20	3	0	0	40	80	9	0	0	4,2
42	2	4	16	6	3	10	16	48	12	3	2,9
43	6	17	5	2	1	30	68	15	4	1	3,8
44	3	16	6	4	2	15	64	18	8	2	3,5
45	13	11	4	2	1	65	44	12	4	1	4,1

**Fuente:** La autora.

## ANEXO F: Tabla de resultados del post-test de actitudes hacia las ciencias

Tabla 18. Resultados sobre el post test de actitudes hacia las ciencias y promedios para 31 estudiantes.

ITEM	TA	A	I	D	TD	VALOR					PROMEDIO
1	5	18	4	4	0	25	72	12	8	0	3,8
2	7	16	5	3	0	35	64	15	6	0	3,9
3	6	15	7	2	1	30	60	21	4	1	3,7
4	4	13	11	3	0	20	52	33	6	0	3,6
5	9	18	1	2	1	45	72	3	4	1	4,0
6	8	18	3	2	0	40	72	9	4	0	4,0
7	1	3	12	12	3	1	6	36	48	15	3,4
8	2	14	10	5	0	10	28	30	10	0	2,5
9	2	22	5	3	0	10	88	15	6	0	3,8
10	3	11	13	4	1	15	44	39	8	1	3,5
11	3	3	11	14	0	15	12	33	28	0	2,8
12	4	11	12	4	0	20	44	36	8	0	3,5
13	0	1	9	14	7	0	2	27	56	35	3,9
14	13	10	7	1	0	65	40	21	2	0	4,1
15	7	9	11	4	0	35	36	33	8	0	3,6
16	2	8	17	2	2	10	32	51	4	2	3,2
17	12	11	6	1	0	60	44	18	2	0	4,0
18	6	14	8	2	1	30	56	24	4	1	3,7
19	5	14	9	2	1	25	56	27	4	1	3,6
20	1	5	11	11	3	5	20	33	22	3	2,7
21	2	1	9	12	7	10	4	27	24	7	2,3
22	5	12	7	5	2	25	48	21	10	2	3,4
23	13	12	5	1	0	65	48	15	2	0	4,2
24	6	13	7	4	1	30	52	21	8	1	3,6
25	1	5	14	8	3	5	20	42	16	3	2,8
26	10	12	8	1	0	50	48	24	2	0	4,0
27	5	5	7	12	2	25	20	21	24	2	3,0
28	0	8	7	10	6	0	32	21	20	6	2,5
29	1	6	8	11	5	5	24	24	22	5	2,6
30	0	2	7	12	10	0	8	21	24	10	2,0
31	1	4	8	9	8	5	16	24	18	8	2,3
32	17	11	3	0	0	85	44	9	0	0	4,5
33	8	20	3	0	0	40	80	9	0	0	4,2

34	2	4	16	6	3	10	16	48	12	3	2,9
35	6	17	5	2	1	30	68	15	4	1	3,8
36	3	16	6	4	2	15	64	18	8	2	3,5
37	13	11	4	2	1	65	44	12	4	1	4,1
38	8	20	3	0	0	40	80	9	0	0	4,2
39	9	13	7	2	0	45	52	21	4	0	3,9
40	12	17	2	0	0	60	68	6	0	0	4,3
41	2	16	5	6	2	10	64	15	12	2	3,3
42	8	17	6	0	0	40	68	18	0	0	4,1
43	2	7	14	5	3	10	28	42	10	3	3,0
44	1	11	12	6	1	5	44	36	12	1	3,2
45	0	2	7	12	10	0	4	21	48	50	4,0

**Fuente. La Autora.**

## ANEXO G: Autorización formal para el uso del test de actitudes hacia las ciencias

BOGOTÁ D.C., 03 de Junio de 2014

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
Departamento de Química

Señores  
JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS  
JAIME CARRIAZO  
MANUEL FREDDY MOLINA

Cordial Saludo

La presente es para solicitar la autorización formal para emplear el test de actitudes hacia la ciencia adaptado y validado por ustedes, publicado en la revista TED de Enero - Junio 2013 pp. 103 – 122 titulado *“Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes”*, con el cual se espera indagar de manera introductoria y final las actitudes hacia la ciencia que tienen los estudiantes de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar de grado undécimo para la realización del trabajo de grado titulado: *“Biosorción de colorantes orgánicos a partir de botoncillo de agua (Bidens laevis) presentes en cuerpos de agua como una estrategia didáctica para desarrollar actitudes favorables hacia la ciencia”* elaborado por Dianny Bohórquez Vivas estudiante de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

El análisis de los resultados obtenidos en la investigación estará sujeto al procesamiento de datos planteados en la publicación.

Agradezco a ustedes la atención, y en espera de una respuesta.

Atentamente,

Dianny Bohórquez Vivas  
Dianny Bohórquez Vivas  
CC. 1.023.906.433 de Bogotá  
Estudiante de Licenciatura en Química  
Universidad Pedagógica Nacional  
cel.: 313-2443487  
Dirección: cl 11 sur No. 8 a 18  
E-MAIL: diannyb19@hotmail.com

AUTORIZADO  
J. CASAS  
J. MOLINA  
JUNIO 3 de 2014

## ANEXO H: Autorización del IED Juana Escobar para desarrollar la investigación

BOGOTÁ D.C., 24 de Abril de 2014

Señor  
DEIBER URIEL VILLAR UÑATE  
Rector IED JUANA ESCOBAR

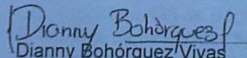
Cordial Saludo

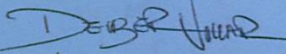
La presente es para solicitar a usted la autorización formal de ingreso al plantel educativo para desarrollar el trabajo de grado titulado: *"Biosorción de colorantes orgánicos a partir de botoncillo de agua (Bidens laevis) presentes en cuerpos de agua como una estrategia didáctica para desarrollar actitudes favorables hacia la ciencia"* elaborado por Dianny Bohórquez Vivas estudiante de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, a fin de indagar de manera introductoria y final las actitudes hacia la ciencia que tienen los estudiantes de la Institución Educativa Distrital Juana Escobar de grado undécimo.

El proyecto tiene como finalidad aplicar un módulo didáctico sobre colorantes artificiales relacionado con la enseñanza de la química orgánica y las implicaciones en la vida cotidiana para así, caracterizar las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes, desarrollar, intereses y motivación hacia la química a través actividades y promover la participación y el control de problemáticas ambientales ocasionadas por la contaminación de colorantes.

Agradezco su atención, y en espera de una respuesta.

Atentamente,

  
Dianny Bohórquez Vivas  
CC. 1.023.906.433 de Bogotá  
Estudiante de Licenciatura en Química  
Universidad Pedagógica Nacional  
cel.: 313-2443487  
Dirección: cll 11 sur No. 8 a 18  
E-MAIL: diannyb19@hotmail.com

RECIBI 24-04-2014  
  
Aprobado