

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS INTERCULTURALES DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD, UNA PROPUESTA DIDÁCTICA  
PARA EL ESTUDIO AMBIENTAL DEL HUMEDAL LA VACA (BOGOTÁ)**

**ANA MARÍA VARGAS MARTÍNEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA  
BOGOTÁ  
2018**

**DESARROLLO DE COMPETENCIAS INTERCULTURALES DESDE LA  
PERSPECTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD, UNA PROPUESTA DIDÁCTICA  
PARA EL ESTUDIO AMBIENTAL DEL HUMEDAL LA VACA (BOGOTÁ).**

**ANA MARIA VARGAS MARTINEZ**

**TESIS DE INVESTIGACIÓN PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN QUÍMICA**

**DIRECTOR:  
YAIR ALEXANDER PORRAS CONTRERAS  
DOCTOR EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y FORMACIÓN AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA  
BOGOTÁ, COLOMBIA  
2018**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Director**

---

**Evaluador**

---

**Evaluador**

Bogotá D.C, MAYO de 2018.

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a mis padres María Virginia Martínez Ávila y Erly Enrique Vargas Torres quienes siempre me apoyaron en mi carrera, quienes a pesar de las adversidades estuvieron siempre para darme la mano. A mi madre a quien le debo todo pues siempre fue mi mano derecha, mi polo a tierra, mi confidente incondicional; cada uno de mis esfuerzos están dedicados a ella, gracias por tus consejos, por tu paciencia, por tu confianza, gracias por ser el ángel que ha sabido soportarme y estar a mi lado en los momentos en los que he sentido derrumbarme y no poder continuar. También lo dedico a mi hijo Balaram Cortes Vargas quien es mi motor para continuar día a día pues es para él quien quiero ser un ejemplo de mujer, de madre, profesional y ser humano.*

*Ana María Vargas Martínez*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar quiero darle gracias a Dios y a la Virgen del Amparo de Chinavita, por permitirme culminar un paso más en la vida, por darme fortaleza en los momentos que más lo necesité y por brindarme paciencia, sabiduría y perseverancia para lograr finalizar este trabajo.*

*A mi director de tesis Yair Alexander Porras Contreras quien con su apoyo y orientación proporcionaron en mí grandes contribuciones para el desarrollo de este trabajo, gracias por siempre tener una sonrisa y ser un ejemplo como Docente.*

*Agradezco al Humedal La Vaca y a todo su equipo de trabajo, a la señora Dora Villalobos quien siempre estuvo gestionando y apoyando la implementación de cada una de las fases del presente trabajo. A los niños Guardianes del Agua, por tanto cariño, apoyo y colaboración; gracias por siempre estar dispuestos a aprender y aportar en la sensibilización de las personas para que podamos tener un ambiente mejor y valoraremos los humedales presentes en nuestra ciudad y que tienen bastante importancia.*

*Al laboratorio del departamento de química de la Universidad y todas las personas que allí laboran, por todo su apoyo, asesorías y transmisión de conocimientos para realizar los diferentes análisis de las muestras de estudio experimental.*

*Por último pero no menos importante a mis compañeros que estuvieron acompañándome en el proceso y que cuando sentí desfallecer siempre tuvieron una palabra de aliento, a Lorena Torres, Enrique Restrepo y Giomar Pinilla gracias por estar ahí y gracias por compartir este proceso conmigo.*



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 1 de 8

**1. Información General**

<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Desarrollo de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad, una propuesta didáctica para el estudio ambiental del Humedal La Vaca (Bogotá)
<b>Autor(es)</b>	Vargas Martínez; Ana María
<b>Director</b>	Porras Contreras; Yair Alexander
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. p. 80
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	INTERCULTURALIDAD; SUSTENTABILIDAD; SABERES ANCESTRALES; SABERES CIENTIFICOS; FITORREMEDIACIÓN; JUNCO; BIOFILTRO; HUMEDAL LA VACA.

**2. Descripción**

Trabajo de grado, donde se realiza el estudio ambiental del Humedal La Vaca ubicado en la localidad de Kennedy. El estudio se enfoca desde el punto de vista de la fitorremediación en la que se analiza el Junco como especie protagonista del Humedal, pues según antecedentes la especie tiene la facultad de absorber diferentes contaminantes, entre ellos metales.

Por otro lado, gracias al enfoque Intercultural en la Enseñanza de las Ciencias orientado a la perspectiva de la sustentabilidad, miembros de la comunidad como lo son los niños pertenecientes al grupo "Guardianes del Agua" pueden actuar en el fortalecimiento del ecosistema y adicionalmente obtener conocimiento acerca de los procesos biológicos y fisicoquímicos que se presentan en el Humedal aledaño a la comunidad. De esta manera se pretendió propiciar saberes en el área de química entre los mismos integrantes de la comunidad con enfoques de Interculturalidad en la Enseñanza de las Ciencias orientado hacia la sustentabilidad de la sustentabilidad.

### 3. Fuentes

Se hizo uso de referencias bibliográficas entre las que se encuentran artículos publicados en revistas especializadas, libros, tesis de grado y doctorado, e información de medios electrónicos. Entre estas se encuentran:

APONTE UBILLÚS, H. (2009). El junco: clasificación, biología y gestión.

Aranguren , G., & Sáez ortega , P. (1998). *De la tolerancia a la interculturalidad: un proceso educativo en torno a la diferencia*. Madrid: Anaya.

Atlas de Histología Vegetal y Animal. (2018). *Órganos Vegetales. Raíz*. Departamento de biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de biología. Universidad de Vigo, España. Recuperado de: <https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/o-imagenes-grandes/raiz-primaria-m.php>

Azcón, J. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. España: McGraw-Hill.

BARBOSA, E. C. (2015). IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN SOCIOECOLÓGICA DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL HUMEDAL LA VACA. BOGOTÁ, COLOMBIA.

Barrett, M., Byram, M., Lázár, I., Mompoin - Gaillard, P., & Philippou, S. (2014). *Developing Intercultural Competence through Education*. Strasbourg: Council of Europe Publishing.

Bennett, J. (2008). *Developing intercultural competence and transformation; Theory, research and application in international education*. EE.UU: V. Savicki.

Biblioteca Plan Ceibal. (s.f). *Plan Ceibal*. Obtenido de [http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas\\_educativas/\\_pdf/ciencias-naturales/reino-vegetal/027-junco.pdf](http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas_educativas/_pdf/ciencias-naturales/reino-vegetal/027-junco.pdf)

Bonilla Martínez, L. (2011). La Vaca, El Burro y Techo: memorias de los oasis de la localidad de Kennedy. Bogotá, Colombia.

Bourdieu, P. (1999). *Meditaciones pascalianas*. Barcelona, España: Anagrama.

Brickhouse, N. (2007). Uppsala Sweden: C. Linder, L. Ostman & P.O. Wickman.

Brickhouse, N. (2007). *Scientific literates: What do they do? Who are they?*

BUSTOS, E. (2014). LA IMPORTANCIA DE LA RELACION CULTURA, TERRITORIO Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. En A. MOLINA, C. NIÑO, J. SÁNCHEZ, M. PÉREZ , O. SUÁREZ , E. BUSTOS , . . . A. ARISTIZABAL, *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y CULTURA: MÚLTIPLES APROXIMACIONES* (pág. 84). BOGOTÁ: UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

Bustos, E. (2014). *La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las*

ciencias. Bogotá: UD.

Byram, M. (2003). *Intercultural Competence*. Strasbourg: Council of Europe.

Calderón, M., & Ruíz, Y. (2011). Gobernanza ambiental y participación comunitaria para la restauración y conservación del Humedal la Vaca Techovita, Bogotá. Buenos Aires, Argentina.

CALVACHI ZAMBRANO, B. (2002). LA BIODIVERSIDAD BOGOTANA. *LA TADEO*, 89-98.

Castellanos, C. (24 de Agosto de 2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Colombia.

Cid, Ó. (Abril de 2005). LOS HUMEDALES: ESPACIOS EDUCATIVOS. Madrid, España.

Cid, Ó. (Abril de 2005). LOS HUMEDALES: ESPACIOS EDUCATIVOS.

Cortés, P., & Florez, J. (2017). Evaluación in vitro de la Taruya (*Eichhornia Crassipes*) como agente biorremediador en aguas contaminadas con cromo. Cartagena de Indias, Colombia.

CREHO. (2009). Inventario de los humedales continentales y costeros de la República de Panamá. Panamá.

Cruz, E. (2015). Identificación y Valoración socioecológica de Bienes y Servicios Ecosistémicos del Humedal La Vaca (Bogotá, Cundinamarca). Bogota, Colombia.

Deardorff, D. (2006). The identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of international education at institutions of higher education in the United States. Unpublished Doctoral Dissertation. North Carolina.

Delgadillo, A., González, C., Prieto, F., Villagómez, J., & Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación. México.

Demetrio, D., & Favaro, G. (2009). *Didattica interculturale*. Milano: F. Angeli.

Dillard, J., Dujon, V., & King, M. (2009). *Understanding the social dimension of sustainability*. New York: Routledge.

Durston, J., & Miranda, F. (Marzo de 2002). Experiencias y metodología de la investigación participativa. Santiago de Chile, Chile.

hile.

Figueroa, M. (2004). Determinación de metales trazas (Ni, Pb, Cr, Cu y As) en *Scirpus californicus*. Valdivia, Chile.

- Frers, C. (S.F). *Eco Joven* . Obtenido de <http://www.ecojoven.com/Ecologia/aresiduales.html>
- Fundación Humedales Bogotá. (2012). *Humedales Bogotá*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/2012/08/01/plantas-acuaticas-en-los-humedales-de-bogota/>
- FUNDACIÓN HUMEDALES DE BOGOTA. (2011). *HUMEDALES BOGOTÁ*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/2011/04/13/humedal-la-vaca/>
- GEMA. (Mayo de 2007). Validación demanda química de oxígeno (DQO). Medellín, Colombia.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile, Chile.
- GIL, I. (2008). EL ENFOQUE INTERCULTURAL EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA MIRADA A LA PRÁCTICA ESCOLAR. Madrid, España.
- Gilbert, R., Stevenson, D., Girardet, H., & Stern, R. (1996). *Making Cities Work: The Role of Local Authorities in the Urban Environment*. Earthscan Publications.
- Gillarranz, M. (2013-14). El residuo del dibujo infantil a través de diversos enfoques para la detección de problemas de carácter psicológico y afectivo". Segovia, España.
- Gómez, L. (2014). Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22(1), 115-136.
- Gudynas, E. (Junio de 2009). Desarrollo sostenible: Posturas contemporáneas y desafíos en la construcción del espacio urbano. *Vivinda Popular*(18), 12-19.
- Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: Diversidad de posturas, tensiones persistentes. Granada, España.
- Gunther , D., & Mateos, L. (2011). *Interculturalidad y Educación Intercultural en México*. México: CGEIB.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. México.
- Hernández, A., Contreras, J., Alarcón , C., & Sarmiento , D. (01 de Abril de 2010). *Didáctica grupo tres*. Obtenido de Humedal Techovita - La Vaca: <http://didacticagrupotres.blogspot.com.co/>
- IDEAM. (23 de 07 de 2004). DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS TOTALES

CON DIGESTIÓN ACIDA Y SOLUBLES LECTURA DIRECTA POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA . Bogotá, Colombia.

IDEAM. (22 de 06 de 2004). DETERMINACIÓN DE OXIGENO DISUELTO POR EL MÉTODO YODOMÉTRICO MODIFICACIÓN DE AZIDA . Bogotá, Colombia.

IDEAM. (04 de 10 de 2007). DUREZA TOTAL EN AGUA CON EDTA POR VOLUMETRÍA. Bogotá, Colombia.

Izquierdo, L. (28 de Julio de 2015). Análisis de los dibujos infantiles. Soria, España.

Izquierdo, L. (Julio de 2015). Análisis de los dibujos infantiles. Soria, España.

J. Fernández. Manual de fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación.

Coordinada por Jesús Fernández González. Proyecto life. Amb disponibilidad en pdf a internet= <http://www.macrophytes.info/documentation/,2000.223,226,227,229,230,232,236>

Leech , N., & Onwuegbuzie, A. (2009). A typology of mixed methods research designs. EE.UU.

Londoño , A., Giraldo , G., & Gutiérrez, Á. (2010). Métodos Analíticos para la Evaluación de la Calidad Fisicoquímica del Agua . Manizales, Colombia.

Martelo, J., & Lara, J. (Enero-Junio de 2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. *Ingeniería y Ciencia*, 8(15), 221-243.

Martí, J. (S.F). LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN PARTICIPATIVA. ESTRUCTURA Y FASES. Madrid, España.

MÉNDEZ, I. (2014). ANÁLISIS DEL MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO Y PRESERVACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL LA VACA. Bogotá, Colombia.

MINAMBIENTE. (2015). Resolución 0631 de 2015: por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones . Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente. (Julio de 2002). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Bogotá, Colombia.

Miranda Ruiz, E. (Agosto de 2013). *Monografías*. Obtenido de Paradigma Interpretativo en Investigación: <http://www.monografias.com/trabajos97/paradigma-interpretativo/paradigma-interpretativo.shtml>

- Molina, A., Niño, C., & Sánchez, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones. En A. Molina, C. Niño, J. Sánchez, M. Pérez, O. Suárez, E. Bustos, . . . A. Aristizabal, *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (págs. 19-37). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Montaña, S. (28 de Julio de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ygwsvacvevfo/recuperacion-humedal-la-vaca/>
- Montaña, S. (15 de Agosto de 2016). *Prezi*. Obtenido de Humedal La Vaca proceso de recuperación del espejo de agua: <https://prezi.com/jvquwqtofsux/humedal-la-vaca-proceso-de-recuperacion-del-espejo-de-agua/>
- Moreno, V., Garcia, J., & Villalba, J. (S.F). DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ, D.C. Bogotá, Colombia.
- Palomino, D., & Cabrera, C. (2008). Estimación del servicio ambiental de captura del CO2 en la flora de los humedales de Puerto Viejo. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 10(20), 49-59.
- Peiró , S., & Merma , G. (2012). LA INTERCULTURALIDAD EN LA EDUCACIÓN. SITUACIÓN Y FUNDAMENTOS DE LA EDUCACIÓN INTERCULTURAL BASADA EN VALORES . España.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, & EAAB-ESP. (Marzo de 2007). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE LA VACA. Bogotá, Colombia.
- Porras, Y. (2017). Formación de los jóvenes de Bogotá en el ámbito de la sostenibilidad desde una perspectiva local, en un marco colaborativo e intercultural.
- Quiñónez, F., & Escobar, M. (S.F). UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL EN EL MARCO DE LAS CIENCIAS SOCIALES Y NATURALES. Bogotá, Colombia.
- Sadler, T. (2007). *The Aims of Science Education: Unifying the Fundamental and Derived Sences of Scientific Literacy*. . Uppsala Sweden: Uppsala university: C. Linder, L. Ostman & P. O.Wickman.
- Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Demanet F., H. Flores P., R. Grez Z., M.L. Mora G., y A. Neaman. 2007. Métodos de Análisis de tejidos vegetales. Segunda Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas INIA N° 40, Santiago, Chile, 140 p.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2009). "Por la cual se resuelve un proceso sancionatorio". Bogotá, Colombia.
- SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. (S.F). PLAN DE MANEJO HUMEDAL LA

#### VACA . BOGOTÁ, COLOMBIA.

Secretaria Dsitrital de Planeación de Bogotá. (2009). Conociendo Bogotá y sus localidades: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá, Colombia.

Silva V, J. (S.F). HUMEDALES CONSTRUIDOS. Cali, Colombia.

UNESCO. (01 de 02 de 2013). *Los Humedales cuidan el agua*. Obtenido de [http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/about-us/single-view/news/wetlands\\_take\\_care\\_of\\_water/](http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/about-us/single-view/news/wetlands_take_care_of_water/)

Veliz , L., & Bianchetti, A. (2016). Integración metodológica en la investigación DE FENÓMENOS COMPLEJOS EN ENFERMERÍA . Chile.

Walinski, J. (Enero de 2012). Enhancing intercultural communicative competence in an online collaborative assessment environment: CEFcult project.

Walsh, C. (2005). "La interculturalidad en la Educación". Perú.

Zuleta Moreno, M. (29 de Abril de 2015). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/miguelangelzuletamoreno/investigacin-mixta>

#### 4. Contenidos

En la presente investigación se encuentran contenidos que dan introducción la relación que existen entre un territorio, una cultura y la enseñanza de las ciencias; así mismo aspectos que permiten dilucidar las diferencias entre Multi, Pluri e Interculturalidad, llegando a definir y a precisar el concepto de Interculturalidad mediante la opinión de diferentes autores como Byram (1997) y Malik (2003). Por otro lado se presentan diferentes categorizaciones sobre sustentabilidad enfocándose en la sustentabilidad débil y las tres dimensiones que plantea.

En cuanto a la parte disciplinar de la investigación se hace exposición al tema concerniente de Humedales en Colombia, y los aspectos que componen a estos ecosistemas siguiendo la ruta para llegar al Humedal La Vaca y comenzar a puntualizar en los factores que influyen en la contaminación del Humedal y realizar la caracterización de la vegetación que cumple la función de biofiltro en el bioma.

Adicional a esto en la parte metodológica del trabajo se expone el enfoque metodológico, el diseño del estudio enfatizando en la población muestra y en las técnicas implementadas en la recolección de datos. Así mismo se realizó el diseño de la secuencia didáctica asignando competencias medibles con indicadores para cuantificar. Por último, la presentación de los resultados con sus respectivos análisis basándose en las competencias pedagógicas.

## 5. Metodología

Teniendo en cuenta el objetivo principal del presente trabajo, que habla sobre la construcción de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental a partir de conocimientos científicos y desarrollando alternativas desde la fitorremediación; se implementará en esta investigación un enfoque mixto, que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Zuleta Moreno, 2015).

Paralelamente y para complementar al enfoque mixto, para las diferentes etapas metodológicas que se desarrollarán en el trabajo se tendrá en cuenta también el enfoque de Investigación Acción Participación, ya que el mismo es preciso para tipos de investigaciones o estudios que traten sobre realidades humanas. La Investigación Acción y Participación (IAP) como proceso metodológico conjuga las actividades del conocimiento de la realidad mediante mecanismos de participación de la comunidad, para el mejoramiento de sus condiciones de vida.

## 6. Conclusiones

- Las competencias interculturales como: Ser, Saber y Hacer, se identificaron, desarrollaron y fortalecieron mediante el estudio ambiental realizado en el Humedal La Vaca con el grupo de niños “Guardianes del Agua” pertenecientes a la comunidad aledaña al ecosistema. Las competencias se fomentaron a través de la integración de saberes ancestrales y científicos, pues por medio de la investigación acción participativa (IAP) entre la comunidad y la investigadora se potencializan los saberes para dar explicación a diferentes fenómenos de fitorremediación con argumentos técnicos y científicos evidenciados en diferentes análisis de laboratorio aplicados.
- Las ideas que los niños demuestran frente a la sustentabilidad ambiental giran en torno a las dimensiones que la misma expone. Frente al aspecto ambiental, manifiestan las acciones que desde casa realizan diariamente para evitar daños ambientales en el ecosistema; en el aspecto social, describen las actividades realizadas en conjunto para la preservación del Humedal y su fortalecimiento; por último en el aspecto económico, como eje principal mencionan el biofiltro pues con el mismo no se generan gastos.
- En la secuencia didáctica se implementaron competencias concernientes al Ser, al Saber y por último a Hacer; en cada una de las fases sobresalieron los aspectos más importantes que relacionan los saberes ancestrales con los científicos propiciando la interculturalidad. Las ideas sobre interculturalidad no las expresan propiamente, pero al describir los actos ancestrales que realizan en su Humedal y al relacionarlos con los saberes científicos que han obtenido, las ideas que al principio parecen no tener claridad, se tornan más coherentes.

- En la fase final del estudio se evidenció que el presente estudio favoreció el pensamiento intercultural de los niños frente al funcionamiento del biofiltro de su Humedal, pues mediante la enseñanza de la fitorremediación, se comprendieron saberes técnicos y científicos de fenómenos que ocurren en el Humedal; de esta manera los niños pueden generar respuestas a interrogantes relacionando los saberes ancestrales con los científicos.
- Mediante el desarrollo de este estudio se determinó que el Junco funciona como un excelente biofiltro en la depuración del cuerpo de agua del Humedal La Vaca, así mismo se evidencio que el tipo de fitorremediación que realiza la especie corresponde a la fitoextracción o fitoacumulación y es recomendable retirar las plantas que han llegado a su punto senescencia o que han completado su ciclo de absorción de los contaminantes, el proceso ideal que se recomienda es la extracción de la planta para luego ser llevada a una planta de incineración de residuos tóxicos.

<b>Elaborado por:</b>	Vargas Martínez; Ana María
<b>Revisado por:</b>	Porras Contreras; Yair Alexander

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	02	06	2018
--	----	----	------

## CONTENIDO

<b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
<b>1.1.1 ANTECEDENTES</b> .....	6
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	9
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	11
2.1 El Papel de la Cultura, el Territorio y la Enseñanza de las Ciencias.....	12
<b>2.1.1 Territorio y Cultura</b> .....	12
2.2 La Diferencia entre Multi-, Pluri- e Interculturalidad .....	13
2.3 ¿Qué es la Interculturalidad? .....	13
<b>2.3.1 Modelo de competencia comunicativa intercultural de Byram</b> .....	15
<b>2.3.2 Componentes de la competencia intercultural propuestos por Malik</b> .....	16
2.4 La Sustentabilidad .....	20
<b>2.4.1 La sustentabilidad débil</b> .....	20
<b>2.4.2 Sustentabilidad Fuerte</b> .....	22
<b>2.4.3 Sustentabilidad Súper-fuerte</b> .....	22
2.5 Los Humedales .....	22
<b>2.5.1 La importancia del agua en los humedales</b> .....	23
<b>2.5.2 Biodiversidad en los humedales</b> .....	25
<b>2.5.3 La educación y los humedales</b> .....	26
2.6 El Humedal La Vaca.....	27
2.6.1 Ubicación geográfica del Humedal La Vaca .....	28
2.6.2 Climatología del Humedal La Vaca .....	29
2.6.3 Geología y tectónicas del Humedal La Vaca .....	30
2.6.4 Caracterización del Humedal La Vaca.....	31
2.6.5 El biofiltro del Humedal La Vaca .....	32
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA</b> .....	37
3.1 Enfoque Metodológico .....	37
3.2 Diseño del estudio.....	39
3.3 Contexto y población muestra a examinar.....	40

3.4 Técnicas e instrumentos a manejar para la recolección de la información .....	41
<b>CAPITULO IV. DISEÑO DE SECUENCIA DIDÁCTICA</b> .....	45
4.1 Recorrido por el Humedal La Vaca.....	49
4.2 Entrevista semiestructurada.....	49
4.3 Dibujo del Humedal .....	50
4.4 Introducción a la fitorremediación (Taller).....	50
4.4 Introducción a la fitorremediación (Demostración práctica).....	50
4.5 Análisis fisicoquímico al cuerpo de agua .....	50
4.6 Análisis físico y químico del Junco.....	51
4.7 Informe a la Comunidad.....	51
<b>CAPITULO V. INFORMACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS</b> .....	52
5.1 Fase de Indagación de percepciones.....	53
5.1.1 Recorrido por el Humedal .....	53
5.1.2 Entrevista semiestructurada .....	54
5.1.3 Dibujo del Humedal .....	56
5.2 Fase de Caracterización del Humedal .....	59
5.2.1 Introducción a la fitorremediación (Taller) .....	59
5.2.2 Introducción a la fitorremediación (Demostración práctica).....	60
5.3 Fase de evaluación y análisis .....	62
5.3.1 Análisis fisicoquímico al cuerpo de agua.....	62
5.3.2 Análisis químico del junco .....	67
<b>CONCLUSIONES</b> .....	71
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	74
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	75
<b>ANEXO 1</b> .....	82
<b>ANEXO 2</b> .....	86
<b>ANEXO 3</b> .....	110
<b>ANEXO 4</b> .....	112
<b>ANEXO 5</b> .....	116
<b>ANEXO 6</b> .....	120
<b>ANEXO 7</b> .....	149

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Definiciones de Multi-, Pluri- e Interculturalidad.....	13
<b>Tabla 2.</b> Conceptos de Interculturalidad.....	14
<b>Tabla 3.</b> Parámetros fisicoquímicos del agua.....	23
<b>Tabla 4.</b> Caracterización Climatológica, media mensual del Humedal La Vaca.....	30
<b>Tabla 5.</b> Características de la tectónica del Humedal La Vaca (Cruz, 2015).....	31
<b>Tabla 6.</b> Clasificación del Humedal La Vaca, Política Nacional para humedales interiores de Colombia.....	31
<b>Tabla 7.</b> Primera Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca.....	42
<b>Tabla 8.</b> Segunda Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca.....	43
<b>Tabla 9.</b> Tercera Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca.....	44
<b>Tabla 10.</b> Organización de secuencia didáctica primera fase del estudio.....	45
<b>Tabla 11.</b> Organización de secuencia didáctica segunda fase del estudio.....	47
<b>Tabla 12.</b> Organización de secuencia didáctica tercera fase del estudio.....	48
<b>Tabla 13.</b> Organización de resultados de la investigación.....	52
<b>Tabla 14.</b> Indicadores competenciales en la indagación de percepciones.....	53
<b>Tabla 15.</b> Características organolépticas del cuerpo de agua del Humedal.....	62
<b>Tabla 16.</b> Cuantificación de sólidos contenidos en el cuerpo de agua del Humedal.....	63
<b>Tabla 17.</b> Parámetros determinados en el análisis al cuerpo de agua del Humedal.....	65
<b>Tabla 18.</b> Concentraciones y porcentajes de Plomo en las muestras del biofiltro del Humedal.....	68

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo de competencia comunicativa intercultural de Byram (1997).....	16
<b>Figura 2.</b> Estructura y organización competencial (I) propuesta por Malik (2003).....	17
<b>Figura 3.</b> Estructura y organización competencial (II).....	18
<b>Figura 4.</b> Estructura y organización competencial III propuesta por Malik (2003).....	25
<b>Figura 5.</b> Tres dimensiones de sustentabilidad (Dillard, Dujon y King, 2009; pág. 2).....	21
<b>Figura 6.</b> Biodiversidad en fauna presente en los humedales (Castellanos , 2006).....	25
<b>Figura 7.</b> Biodiversidad en flora presente en los humedales (Castellanos , 2006).....	26
<b>Figura 8.</b> Ubicación del Humedal La Vaca en Bogotá.....	28
<b>Figura 9.</b> Zonificación del sector norte del Humedal La Vaca.....	29
<b>Figura 10.</b> Principales órganos de una planta emergente.....	34
<b>Figura 11.</b> Taxonomía y principales características del Junco.....	35
<b>Figura 12.</b> Raíz y Tallo del Junco vistos desde el microscopio.....	36
<b>Figura 13.</b> Etapas y fases del enfoque IAP.....	39
<b>Figura 14.</b> Apartado de entrevista semiestructurada a integrantes de “Guardianes del Agua”.....	49
<b>Figura 15.</b> Apartado de entrevista semiestructurada a una integrante de “Guardianes del Agua”.....	55
<b>Figura 16.</b> Dibujo del Humedal La Vaca en estado limpio y preservado.....	57
<b>Figura 17.</b> Práctica cualitativa a Biofiltro del Humedal.....	61

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Percepciones del grupo “Guardianes del Agua” por indicadores de competencias interculturales.....	56
<b>Gráfica 2.</b> Percepciones del Humedal mediante dibujos.....	58
<b>Gráfica 3.</b> Comprensión de conceptos de fitorremediación por “Guardianes del Agua”.....	60
<b>Gráfica 4.</b> Relación de saberes científicos obtenidos con los ancestrales.....	70

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de esta investigación se enfoca en la problemática ambiental que se presenta en el Humedal “La Vaca” ubicado en localidad de Kennedy en la ciudad de Bogotá, pues desde la urbanización que se dio en la zona, el Humedal se ha visto afectado en gran parte por la contaminación generada por las familias que habitan en el sector y por la Corporación de Abastecimiento de Bogotá (CORABASTOS).

La poca participación de la comunidad y la gran cantidad de asentamientos que se presentaron a mediados de los años 80, generaron grandes problemáticas hacia el ámbito físico, ecológico, económico y sociocultural del ecosistema. De los diferentes ámbitos nombrados anteriormente, Barbosa (2015) afirma que: “Se recapitulan en: disminución del Humedal por invasiones que lo dejaron dividido en dos fragmentos, lo que produjo un alto déficit hídrico, pérdida de la biota, pérdida de los atributos propios de los ecosistemas de Humedal” (p 39).

El proceso de recuperación del Humedal comenzó con la remoción de escombros y sedimentos, donde se realizaron diferentes obras de alcantarillado para evacuar las aguas negras que debido a las construcciones ilegales en el predio habían llegado al Humedal (Montaña, 2016). En este proceso ha tenido gran participación la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, removiendo diferentes escombros, basuras y aislando el Humedal de la comunidad.

Por estos motivos, se realizó un estudio ambiental, desde el punto de vista de la fitorremediación donde se analizó el Junco como especie protagonista del Humedal. Para ello se realizó una revisión bibliográfica donde se evidenció cómo las especies macrofitas sirven como biofiltro en la purificación de aguas contaminadas y con respecto a ellas se llevó a cabo el respectivo análisis en el laboratorio evidenciando así los diferentes contaminantes que puede remover la especie del cuerpo de agua.

Por otro lado, gracias al enfoque Intercultural en la Enseñanza de las Ciencias orientado a la perspectiva de la sustentabilidad, miembros de la comunidad como lo son los niños pertenecientes al grupo “Guardianes del Agua” pueden actuar en el fortalecimiento del ecosistema y adicionalmente obtener conocimiento acerca de los procesos biológicos y fisicoquímicos que se presentan en el Humedal aledaño a la comunidad. De esta manera se pretendió propiciar saberes en el área de química entre los mismos integrantes de la comunidad pues con la Interculturalidad en la Enseñanza de las Ciencias y el enfoque de la sustentabilidad, se pueden “leer e interpretar las relaciones que una comunidad

establece con su medio” (Cid, 2005, p.90). Así, desde el punto de vista pedagógico fue de gran importancia enseñar a la comunidad el valor que tienen estos ecosistemas, pues si se implementan este tipo de enseñanzas en las comunidades (en este caso niños principalmente) las mismas se apropian mucho más de sus conocimientos ya que interactúan con el medio que los rodea en su diario vivir.

Brickhouse (como se citó en Molina y otros, 2014) frente a la *Interculturalidad en la Enseñanza de las Ciencias* menciona que: “Desde la perspectiva social de la alfabetización científica, se identifican dos dimensiones: la **personal** (buen uso de la información científica para tomar decisiones personales) y la dimensión **cultural** (reconocimiento e importancia de la comprensión de las ideas científicas para la propia cultura)”(p.27).

Con ello, la comunidad se apropió de los conocimientos desde el enfoque de su cultura y lo que la relaciona con el ecosistema, desde un punto de vista científico, para que de la misma manera comprendieran los fenómenos que ocurren en la biota; todo esto sin dejar de lado la interculturalidad donde la comunicación e ideas entre las personas de la comunidad no están por encima ni por debajo de los demás, favoreciendo en todo momento el diálogo.

Al encontrar en la bibliografía el grado de contaminación que ha sufrido el Humedal La Vaca, se hizo necesario la implementación de soluciones trabajando con un grupo de niños de la población que reside cerca del lugar, determinando si el Humedal ha estado afectado por diferentes tipos de contaminación, esto con la ayuda de entidades como lo son la Empresa de Acueducto de Bogotá y la Secretaria de Ambiente, pues gracias a estas entidades se tuvo el apoyo respectivo para la toma de muestras tanto de agua como de la planta para realizar el análisis en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional y de esta forma determinar el grado de remoción de contaminantes por parte de la especie vegetal.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Algunos estudios realizados en el Humedal La Vaca ubicado en la ciudad de Bogotá afirman que desde el marco legal se ha establecido un manejo y preservación de los Humedales existiendo así entidades encargadas del manejo y protección de los mismos.

El proceso de urbanización en el territorio del Distrito Capital en áreas naturales, es demarcado por la ocupación y el desarrollo informal del suelo, que afecta la estructura ecológica principal de humedales, cuerpos de agua y demás áreas protegidas que cumplen una función ecológica; éste tipo de

prácticas ilegales son consideradas como delito tipificado en el Código Penal colombiano, Título XI, artículos 328 al 339. Casas (como se citó en Méndez, 2014)

Por otro lado, el plan de acción para la recuperación del Humedal La Vaca implantado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá con ayuda del equipo técnico de la Universidad Javeriana, busca implantar estrategias de intervención para la recuperación de varios Humedales en la ciudad de Bogotá, algunas de estas estrategias son la investigación participativa y aplicada (donde la sociedad y los individuos adoptan un comportamiento responsable frente a la dinámica del ambiente); educación, comunicación y comportamiento (para la construcción colectiva de conocimiento sobre el Humedal); recuperación, protección, manejo y uso sostenible (para la búsqueda de desarrollos armónicos en el crecimiento poblacional, asegurando la calidad ambiental); gestión interinstitucional (donde las instituciones relacionadas con el Humedal deberán definir y poner en marcha mecanismos que favorezcan la comunicación para la recuperación del mismo) (Pontificia Universidad Javeriana y EAAB, 2007).

Adicional a esto, la corporación de abastecimiento de Bogotá CORABASTOS fue sancionada en el año 2009, pues se formularon dos procesos sancionatorios, que hacen referencia a la generación de vertimientos de interés sanitarios sin tratamiento previo y sin contar con el respectivo permiso de vertimientos a una fuente hídrica superficial de especial protección ambiental como es el Humedal Chucua La Vaca, lo cual causa un impacto ambiental negativo sobre el espejo de agua y el ecosistema en general (Secretaría Distrital De Ambiente, 2009).

Otro aspecto de gran importancia es resaltar la gran labor que realizaron un grupo de mujeres y niños “Guardianes del Agua”, que hacen parte de la comunidad aledaña al Humedal. Ellas, “crearon un banco de semillas alimentado con lodos removidos del Humedal La Vaca, de donde salieron las plantas con las que el Acueducto de la ciudad repobló las orillas del mismo” (Hernández, Contreras, Alarcón y Sarmiento, 2010). Y el grupo de niños y jóvenes siempre han estado pendientes del cuidado del Humedal para su preservación.

Paralelamente, es de gran importancia difundir competencias interculturales en los individuos que trabajan en pro del Humedal, pues mediante la perspectiva de la sustentabilidad las personas de manera individual o colectiva pueden trabajar frente a un reto u oportunidad para el desarrollo de alguna situación social o cultural.

Adicional a esto y teniendo en cuenta el segundo componente de la competencia intercultural, el conocimiento “son todas aquellas construcciones que no solo involucran los saberes, también el conocimiento de los procesos sociales y el conocimiento relacionado con productos culturales, entre los que se encuentran

las percepciones de lo que las personas piensan”(Porrás, 2017, p.60). Este último factor que habla de lo que las personas piensan es de gran consideración, pues la población con la cual se trabajó tenían diferentes concepciones del ecosistema y fue importante difundir conocimiento que complementara tanto saberes en el ámbito disciplinar; conocimiento en el aspecto social frente al ecosistema y cultural frente a las diferentes percepciones.

Teniendo en cuenta todos los parámetros anteriormente mencionados y evidenciando diferentes problemáticas del Humedal, surgió una pregunta problema que atendió a una intencionalidad pedagógica utilizando como escenario las problemáticas del lugar, incluyendo entre otras la relacionada con la contaminación del ecosistema. Por consiguiente, el presente trabajo busco resolver el interrogante que se presenta a continuación:

¿De qué manera la integración de los saberes tradicionales y los conocimientos científicos en torno al desarrollo de alternativas descontaminantes desde la fitorremediación, favorece el desarrollo de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental en una comunidad aledaña al Humedal La Vaca?

### **1.1.1 ANTECEDENTES**

Para comenzar es de gran importancia enunciar el *Convenio Sobre Biodiversidad*, el cual es un tratado internacional que busca promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible.

Mediante este tratado, Colombia se comprometió a proteger los ecosistemas y las especies que residen en estos, a promover planes para defender zonas protegidas, a procurar la rehabilitación, restauración y recuperación de especies amenazadas, a educar y sensibilizar a la población acerca de la importancia de conservar la diversidad biológica. (Bonilla Martínez, 2011, p.34)

Por otro lado, trabajos que se fijan en el análisis regulatorio para la preservación del ecosistema hablan de una de las grandes problemáticas que se evidencian en el Humedal La Vaca y es el asentamiento de comunidades que llegan de manera ilegal a residir en el mismo; dichos asentamientos traen consigo el deterioro de los Humedales gracias a las actividades que estos generan, contaminación por el mal uso de basuras, las aguas y demás desechos orgánicos e inorgánicos que generan durante su supervivencia. Diagnostico Social con Participación Local Kennedy (como se citó en Méndez, 2014)

Todas estas observaciones se relacionan también con la importancia que tienen las plantas macrófitas en los Humedales.

Dichas plantas proporcionan superficie para el crecimiento de los microorganismos y permiten la filtración y adsorción de los contaminantes presentes en el agua residual, además de inhibir el crecimiento de las algas y favorecer la formación de zonas aerobias alrededor de las raíces debido a las características de estas plantas de trastocar el oxígeno desde las hojas hasta las raíces. (Silva, S.F, p.2)

En trabajos sobre el servicio ambiental de captura del CO<sub>2</sub> de las especies de flora predominante en los Humedales de Puerto Viejo en Perú, se encuentra el Junco “*Scirpus americanus*” quien tiene la capacidad de absorber en gran medida el CO<sub>2</sub>.

Esta característica de capturar carbono se da en la biomasa parte aérea, radicular y en el suelo. En cada una de estas especies se establecieron al azar cinco transeptos donde se tomaron las muestras de flora dentro de estos transeptos se establecieron cuadrantes también al azar para cuantificar la biomasa herbácea de los Humedales de Puerto Viejo. (Palomino y Cabrera, 2008, p.49)

En este estudio se determinó que plantas representativas de este Humedal como la Totora “*Schoenoplectus californicus*” y el Junco son las especies que más capturan CO<sub>2</sub>.

Por otro lado, en trabajos realizados para la determinación de metales pesados que son capaces de ser absorbidos por plantas, se estudian los niveles de Plomo (Pb), Cromo (Cr), Arsénico (As), Níquel (Ni) y Cobre (Cu), metales que al ser introducidos en el medio ambiente provocan contaminación de suelos, agua, flora y fauna, así como pueden provocar grandes problemas de salud en la población. En el estudio realizado en el lago de Villarrica (Chile), la determinación de dichos elementos se realizó utilizando como matriz biológica *Scirpus californicus*, esta especie se eligió debido a que en el lago se presenta en gran cantidad, así se decidió determinar los metales en la raíz, en el rizoma y en el tallo de la planta por metodología de absorción atómica. Mediante este estudio, los mayores niveles de concentración se observaron en raíz con promedios de 7,55 mg/Kg para Pb; 12,3 mg/Kg para Cr; 64,04 mg/Kg para Ni (Figueroa, 2004)

Con base en lo anterior, en el Humedal La Vaca la Fundación Banco de Semillas, integrado por un grupo de mujeres de la comunidad procedió a realizar la recuperación y conservación del ecosistema mediante la siembra de juncos, pues estos favorecen a que se dé un proceso de biofiltro en el Humedal (Calderón y Ruíz, 2011). De esta manera, se propició el desarrollo de entornos de interculturalidad, para la conservación del medio que rodea a la comunidad, pues “la relación entre la cultura, el territorio y la enseñanza de las ciencias, permite a los seres humanos crear formas de organización cultural para que las

comunidades vivan en armonía durante el proceso de construcción continua del territorio” (Bustos, 2014, p.83).

Entonces, un factor importante para el entendimiento intercultural es la “educación para la tolerancia” pues esta “constituye el primer intento de ampliar la interculturalización educativa” (Gunther y Mateos, 2011, p.52). Esto se hace mediante el desarrollo en la formación en valores y actitudes de solidaridad y comunicación humana. “La Ética de la tolerancia generaría así una pedagogía de diferencia partiendo de los valores vigentes en cada cultura, no obstante, recibe el encargo explícito de incorporar lo “ajeno” en lo “propio””. Aranguren y Sáez como se citó en (Gunther y Mateos, 2011)

Así mismo en la tesis doctoral *Formación de los jóvenes de Bogotá en el ámbito de las sostenibilidad desde una perspectiva local, en un marco colaborativo e intercultural*, Porras (2017) afirma que: “Se presenta una propuesta pedagógica y didáctica basada en la reflexión frente a la necesidad de consolidar un escenario de justicia ambiental y el despliegue de la competencia intercultural” (p.01).

Finalmente en trabajos como el presentado por Izquierdo (2015) se hace “una valoración sobre las distintas formas de expresar las emociones de los niños de Infantil y Primaria (desde los 3 a los 12 años)” esto mediante dibujos, donde se evalúa el nivel de comprensión y diferentes sentimientos que los niños expresan con diferentes trazos. Entonces, mediante diferentes imágenes proporcionadas por niños se pueden determinar diferentes conocimientos, experiencias y emociones en las personalidades de la persona; así también los interpreta Gilarranz (2013-14) en su trabajo, con el cual encuentra algunas ventajas de observar y analizar los dibujos producidos por los infantes pues con estos:

Los niños y niñas plasman sus emociones, sus sentimientos, sus problemas y su forma de ver el mundo, es decir, el dibujo les ayuda a liberar sus preocupaciones de una forma natural y sencilla que no siempre son capaces de transmitir a través de las palabras. Esto a su vez les permite construir su personalidad, a definir sus gustos, sus preferencias y les capacita para apreciar esta forma de lenguaje. (p.08)

Teniendo en cuenta la anterior información, con estas investigaciones se tiene un referente para diferentes actividades que puedan llegar a desarrollarse para recolectar información y que aportan tanto a las competencias interculturales, saberes ancestrales e hipótesis sobre la posible contaminación evidenciada en el Humedal.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **General**

Promover la construcción de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental a partir de la integración de conocimientos científicos y tradicionales en torno al desarrollo de alternativas descontaminantes desde la fitorremediación, en una comunidad aledaña al Humedal La Vaca.

### **Específicos**

- Reconocer las ideas que circulan en una comunidad aledaña al Humedal La Vaca, sobre la contaminación, la sustentabilidad ambiental y la interculturalidad
- Construir una secuencia didáctica, con la participación de la comunidad, centrada en el desarrollo de competencias interculturales en torno a la preservación del Humedal La Vaca desde la integración de saberes
- Evaluar la secuencia didáctica y los procesos de construcción de competencias interculturales en relación con alternativas de fitorremediación para la descontaminación del Humedal La Vaca.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Actualmente se observa de manera general una preocupación mundial por el tema del medio ambiente, esto genera que cada vez los gobiernos trabajen por educar a las poblaciones para preservar y cuidar los diferentes ecosistemas que los rodean.

La presente investigación se enfocó en hacer un estudio ambiental del Humedal La Vaca ubicado en la ciudad de Bogotá; el estudio se llevó a cabo desde la Interculturalidad en la Enseñanza de las Ciencias para sensibilizar a una porción de la población en el tema de la sustentabilidad ambiental. Con este enfoque se pretendió implementar conocimientos en la comunidad mediante el intercambio de saberes desde el punto de vista de las ciencias, en este caso desde la química, donde la comunidad con la cual se va a trabajar (niños) aprendió cómo el Junco como especie nativa de los humedales sirve como biofiltro para la descontaminación del agua.

Desde la fisiología vegetal de la especie vegetal se pueden analizar diversos aspectos de la misma.

Fundamentos esenciales que describen a la planta como un proceso de desarrollo programado, que adecua los cambios cuantitativos asociados con el crecimiento con cambios cualitativos que la planta experimenta para

adoptar su forma, y que finalmente la capacitan para obtener alimento, reproducirse y adaptarse a su entorno. (Azcón, 2013, p.11)

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en el presente trabajo se analizó el fundamento cuantitativo de la especie que actúa como biofiltro en el Humedal en lo que se refiere a la descontaminación del agua. Por ello, fue necesario profundizar en el grado de contaminación que las plantas del ecosistema recibían, pues gran carga de residuos no tratados son descartados en el Humedal, esto por parte de la comunidad que alrededor del Humedal habita y por parte de la empresa CORABASTOS.

Por otro lado, en el Humedal “La Vaca”, las comunidades y poblaciones informales que llegaron a residir a la zona en el año 1986, empezaron a suplir la necesidad de vivienda que presentaban en el momento, naciendo así los primeros asentamientos que son los barrios Villa de la Torre y Villa de la Loma. Esta urbanización ilegal comprometió la vida entera del ecosistema hasta el punto de llegar a enterrarlo entre basuras y escombros. Adicional a esto, en el año 1998 no existía ninguna regulación a los vertimientos generados por CORABASTOS, ya que se arrojaban 280 vertimientos directamente al Humedal, esto se logró sobrellevar con la ayuda de varias entidades ambientales que hicieron que CORABASTOS tuviera una sanción económica. Pero si bien es cierto, el problema de los residuos sólidos, vertimientos de aguas negras y derivados de los materiales plásticos, influyen de gran manera en los ciclos ambientales generando contaminación y una serie de complicaciones al Humedal, por ello se realizó el análisis fisicoquímico al cuerpo de agua del Humedal y a la especie vegetal en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional, para evidenciando cómo el junco cumple la función de biofiltro desde la perspectiva de la fitorremediación en el Humedal y ha logrado descontaminar gran parte de su flujo hídrico.

Finalmente, se buscó integrar en la comunidad conocimientos científicos que dan explicación a los ancestrales y que se practican en el Humedal, pues mediante la *Interculturalidad en la Enseñanza de las Ciencias* y enfocándose en competencias de sustentabilidad se puede llegar a plantear una reflexión para que la comunidad valore el ecosistema del Humedal “La Vaca”, mediante la construcción de una Secuencia Didáctica que se desarrolló con la participación de la comunidad aledaña al ecosistema (Guardianes del Agua), con quienes se aplicaron diferentes instrumentos que se llevaron a cabo mediante una metodología de investigación mixta y trabajando paralelamente con un enfoque interpretativo.

## **CAPITULO II. MARCO TEÓRICO**

En el presente capítulo se presentan los diferentes tópicos a tener en cuenta a lo largo de esta investigación, el desarrollo de competencias interculturales se fomenta en la población aledaña al Humedal La Vaca (Grupo Guardianes del Agua) mediante el enfoque de la sustentabilidad ambiental, donde la comunidad a lo largo del tiempo ha realizado uso competente de los diferentes recursos ambientales aportando diferentes saberes y creencias propios de su cultura para enriquecer y en ocasiones replantear diferentes pensamientos que se han creado tanto de manera individual como colectiva.

El papel que juegan los docentes en la formación de sus estudiantes es fundamental, son los formadores de las futuras generaciones, y en este ámbito los docentes se ven íntimamente relacionados con la cultura, creencias y saberes de cada uno de sus estudiantes. Para el caso de la cultura científica con la que se ven relacionados los estudiantes, autores como Gil y otros (como se citó en Molina et al., 2014), hablan acerca de esta como: “Una propuesta centrada en la formación de ciudadanos críticos con argumentos para asumir posiciones frente a los problemas de la sociedad” (p.26). Para hacer un acercamiento a algunos de los significados sobre el concepto de la cultura científica, hay que hablar acerca de la alfabetización científica desde el ámbito de la enseñanza de las ciencias y desde la perspectiva social, algunos autores entre ellos Sadler (como se citó en Molina et al., 2014) resaltan que:

En el análisis de la alfabetización científica desde la enseñanza de las ciencias, la discusión sobre el uso del término se centra en las perspectivas cognoscitivas y socioculturales: las primeras tienden a priorizar aspectos cognoscitivos; mientras que las segundas dan prioridad a la apropiación de la práctica como resultado previsto de las experiencias de aprendizaje de las ciencias. (p.27)

En este orden de ideas, la multiculturalidad y la educación intercultural van de la mano con la enseñanza de las ciencias, pues por un lado a la educación multicultural le corresponde lo concerniente a la diversidad cultural que plantea un escenario de interacción, complementariedad e intercambio entre la ciencia occidental y otras formas de conocimiento.

Así, la educación intercultural, requiere de un enfoque de la realidad, por tanto “la experiencia del niño debe ser el punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos. Es por ello, que la interculturalidad favorece de esta forma la participación de la comunidad en la que se está aplicando y de esto depende el avance que la misma comunidad tenga frente a nuevos conocimientos o nuevas

posturas de conocimientos o concepciones que se tenían previamente, por ello Gil (2008) afirma que: “El enfoque intercultural asume que el éxito escolar va más allá del rendimiento académico evaluado de manera sumativa y vinculado de manera casi exclusiva a la adquisición de conocimientos de tipo conceptual” (p. 59,60).

## **2.1 El Papel de la Cultura, el Territorio y la Enseñanza de las Ciencias**

Estos tres aspectos se ven íntimamente relacionados pues la organización cultural hace que se presente cierta armonía en el proceso de construcción del territorio para desarrollar el ámbito de la enseñanza de las ciencias.

### **2.1.1 Territorio y Cultura**

Como expone Bustos (2014), “En el territorio se presentan todas las acciones de pensamiento y de interlocución intra e intercultural que viabilizan el desarrollo de procesos de construcción social” (p.84). Es así como el autor expone tres dimensiones que permiten precisar la relación de cultura y territorio.

1. Incorpora al ser humano dentro de un territorio utilizando sus recursos naturales, aquí “cualquier elemento de la naturaleza debe considerarse también como bienes culturales”, por ende como formas objetivadas de la cultura.
2. El territorio es entendido como el modo de irrelación de prácticas culturales; en este sentido encontramos los rituales y las diferentes formas lingüísticas.
3. El territorio adquiere importancia en la medida en que la comunidad lo integra a su vida cultural como objeto de representación y de apego o como símbolo de pertenencia socio-territorial. (Bustos, 2014, p. 85-86)

Para llegar a que una sociedad desarrolle saberes interculturales se deben llevar a cabo diferentes formas de construir conocimiento, teniendo en cuenta al alumno como eje principal en el proceso y sacando provecho de cada uno de los conflictos que se presenten en una ruta específica, es así, como a este tipo de situaciones de conflicto se da proximidad a que sean aspectos de crecimiento en el marco de los saberes e intercambios interculturales. Por ello, Díaz y Martín (como se citó en Gunther y Mateos, 2011), afirman que:

Preparar para una sociedad intercultural exige llevar a cabo, además, profundas transformaciones en el proceso de construcción de los conocimientos y las normas que definen la cultura escolar: dando al alumno un papel más activo en dicha construcción, enseñando a reconocer la naturaleza positiva de las dudas y los conflictos como motores de crecimiento, ayudando a afrontar altos niveles de incertidumbre y proporcionando experiencias que permitan vivir la heterogeneidad como

una fuente de desarrollo y progreso. Y para que la educación logre estos motivos es preciso cambiar el método tradicional, excesivamente centrado en la actividad del profesor, y dar a los alumnos más poder y más responsabilidad en su propio aprendizaje. (p.55, 56)

## 2.2 La Diferencia entre Multi-, Pluri- e Interculturalidad

Para llegar a establecer la definición adecuada para el término de interculturalidad es necesario distinguirla de otros términos que en repetidas ocasiones son usados como sinónimos de la misma.

**Tabla 1.** Definiciones de Multi-, Pluri- e Interculturalidad

CONCEPTO		
Multiculturalidad	Pluriculturalidad	Interculturalidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termino descriptivo</li> <li>• Múltiples culturas que existen en un espacio y no tiene que haber una relación entre ellas</li> <li>• Tiene mayor uso en países occidentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sugiere una pluralidad histórica y actual</li> <li>• Varias culturas conviven en un espacio territorial</li> <li>• Pluralidad entre y dentro de las culturas mismas</li> <li>• Tiene mayor referente en América Latina, debido a convivencia de pueblos indígenas, negros, blancos y mestizos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se refiere a complejas relaciones, negociaciones e intercambios culturales</li> <li>• Busca desarrollar interacción entre personas, conocimientos y prácticas culturalmente diferentes</li> <li>• Aun no existe, es un proceso que se alcanza por medio de prácticas y acciones. Guerrero (como se citó en Walsh, 2005)</li> </ul>

*Nota: recuperado de “La interculturalidad en la educación”, de Walsh, C., 2005*

## 2.3 ¿Qué es la Interculturalidad?

La interculturalidad significa “entre culturas”, pero no simplemente un contacto entre culturas, sino un intercambio que se establece en términos equitativos, en condiciones de igualdad. A continuación se presentan algunos aportes del concepto de interculturalidad, que brindan diferentes autores.

**Tabla 2.** Conceptos de Interculturalidad

AUTOR	CONCEPTO DE INTERCULTURALIDAD
Byram (1997)	"Conocimiento de los demás; conocimiento del yo; habilidades para interpretar y relacionarse; habilidades para descubrir y / o interactuar; valorar los valores, creencias y comportamientos de los demás; y relativizarse a uno mismo" (p.34)
Deardorff (2006)	"La capacidad de comunicarse efectiva y apropiadamente en situaciones interculturales basadas en el conocimiento, las habilidades y las actitudes interculturales" (p.247)
Walsh (2005)	"Debe ser entendida como un proceso permanente de relación, comunicación y aprendizaje entre personas, grupos, conocimientos, valores y tradiciones distintas, orientada a generar, construir y propiciar un respeto mutuo, y a un desarrollo pleno de las capacidades de los individuos, por encima de sus diferencias culturales y sociales" (p.04)
Bennett (2008)	"La competencia intercultural se convierte en "un conjunto de habilidades cognitivas y características afectivas y de comportamiento que hacen desarrollar una efectiva interacción en una variedad de contextos culturales" (p.147)
Demetrio & Favaro (2009)	"La mente intercultural vitaliza el pensamiento creando la necesidad de buscar continuamente nuevos horizontes, nuevos estímulos, originales saberes, sin los cuales la creatividad se quedaría fosilizada. El alumno que aprende interculturalmente se sorprende, se muestra curioso, explora, investiga, inventa..." (p.208)
Barret (2014)	"La interculturalidad como la combinación de actitudes, conocimientos, comprensiones y habilidades aplicadas a través de la acción, permitiendo de forma individual o en conjunto comprender y respetar las percepciones diferentes a las de sí mismo; responder de manera apropiada al comunicarse frente a estas percepciones; establecer relaciones positivas y constructivas; por ultimo comprenderse a sí mismo y a las múltiples afiliaciones culturales" (p.16)

*Nota: recuperado de Barret (2004); Bennett (2008); Byram (1997); Deardorff (2006); Demetrio & Favaro (2009) y Walsh (2005)*

Para la presente investigación se abordan dos modelos acerca de interculturalidad, en primera instancia se abordara el propuesto por Byram (1997) y seguidamente el propuesto por Malik (2003).

### **2.3.1 Modelo de competencia comunicativa intercultural de Byram**

El modelo más conocido de competencia intercultural es el suministrado por Byram (2009). Este es el modelo en el que la mayoría de las definiciones de competencia intercultural se basan el día de hoy. La influencia del modelo de Byram ha sido inmensa. Da un esquema detallado de lo que la competencia intercultural es y qué tipo de habilidades deben tenerse en cuenta al enseñar de acuerdo con el enfoque intercultural. Por lo tanto, Byram resume las actitudes como la capacidad de retroceder desde la propia cosmovisión e identidad cultural. Otro factor importante para los individuos es traer a la comunicación intercultural su conocimiento.

En la figura 1, se presenta el diagrama del modelo diseñado por Byram, en este diagrama el autor explica que la competencia comunicativa intercultural se compone de dos áreas estrechamente relacionadas.

La competencia comunicativa consiste en competencia lingüística, competencia sociolingüística y competencia discursiva. La competencia intercultural consta de tres componentes (conocimiento, habilidades y actitudes) y se complementa con cinco valores: (1) actitudes interculturales, (2) conocimiento, (3) habilidades de interpretación y relación, (4) habilidades de descubrimiento e interacción, (5) conciencia cultural crítica. (Byram, 2009, p.323)

Estas cinco competencias interculturales principales están fuertemente interrelacionadas. Byram argumenta que "la base de la competencia intercultural está en las actitudes de la persona que interactúa con personas de otra cultura". Sin esta competencia básica, las otras cuatro no pueden desarrollarse verdaderamente.



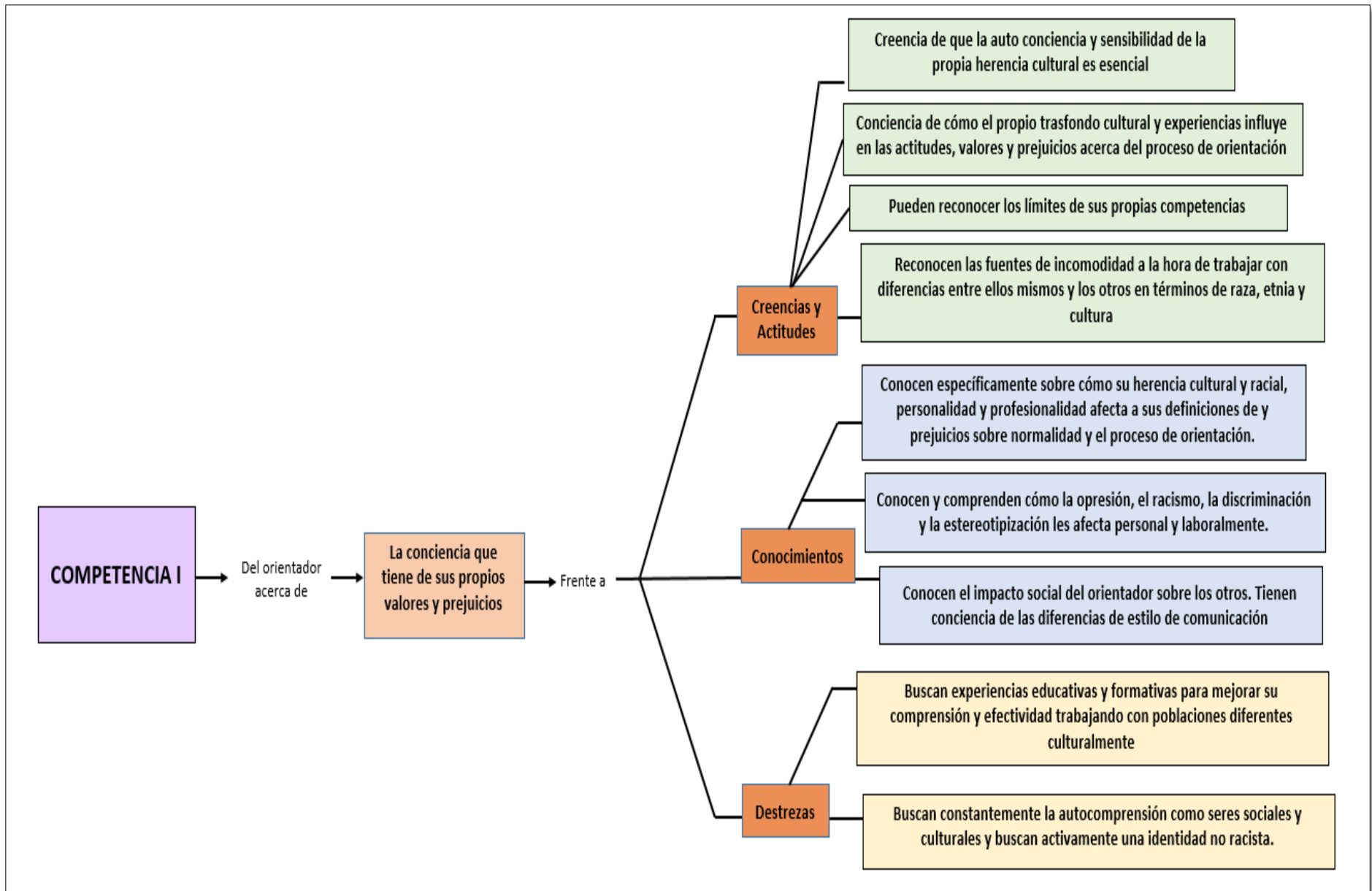
**Figura 1.** Modelo de competencia comunicativa intercultural de Byram (1997)  
 Nota: Recuperado de Enhancing intercultural communicative competence in an online collaborative assessment environment: CEFcult project. Walinski, J, 2012

### 2.3.2 Componentes de la competencia intercultural propuestos por Malik

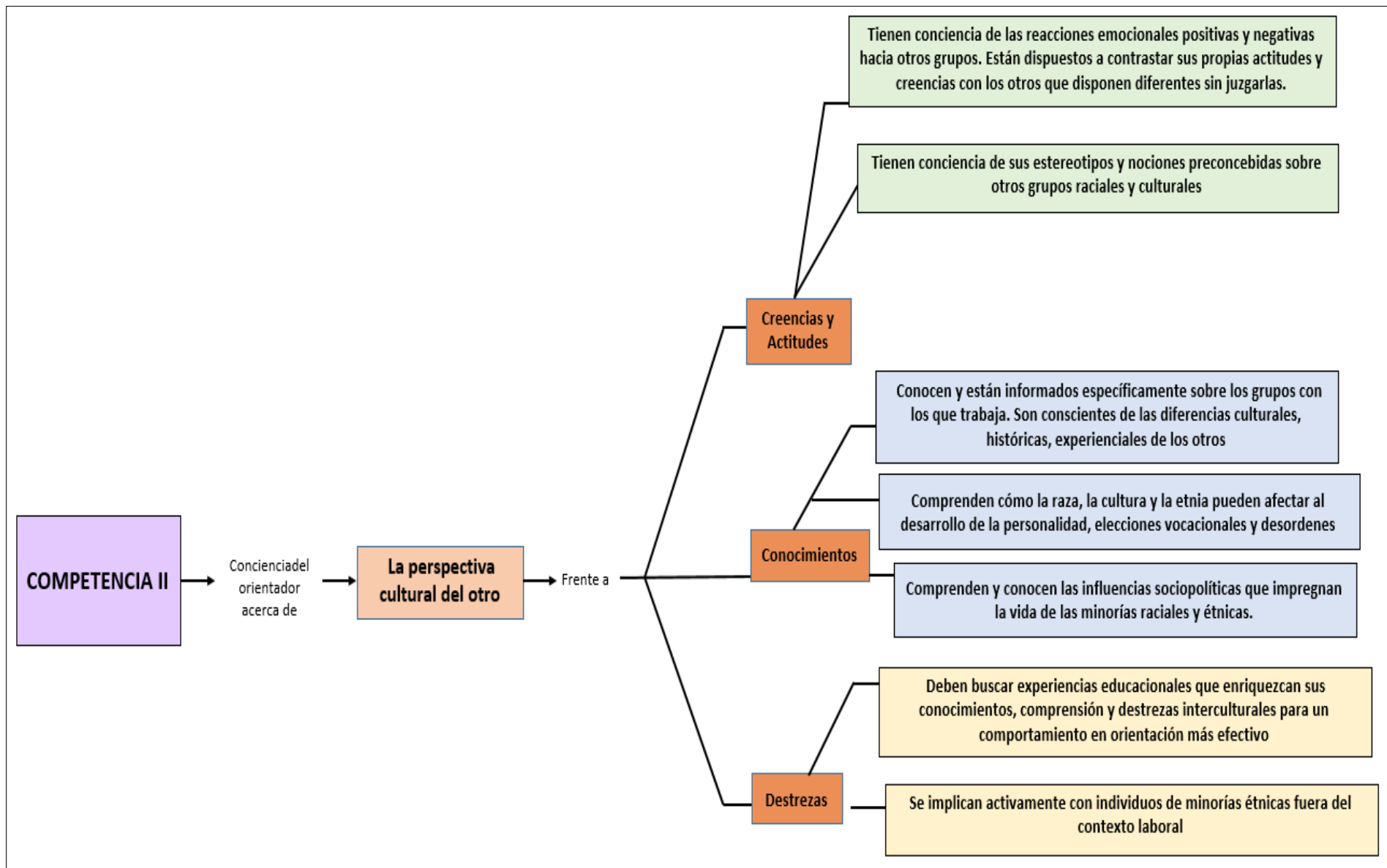
La propuesta de Malik (2003) define tres competencias básicas en un docente para un enfoque intercultural, estas se sustentan de la siguiente manera:

- a) Creencias y actitudes, conocimiento y destrezas del orientador acerca de la **conciencia que tiene de sus propios valores y prejuicios.**
- b) Creencias y actitudes, conocimiento y destrezas del orientador acerca de la **perspectiva cultural del alumno.**
- c) Creencias y actitudes, conocimiento y destrezas del orientador acerca de las **estrategias culturalmente apropiadas**, Malik (como se citó en Porras, 2017).

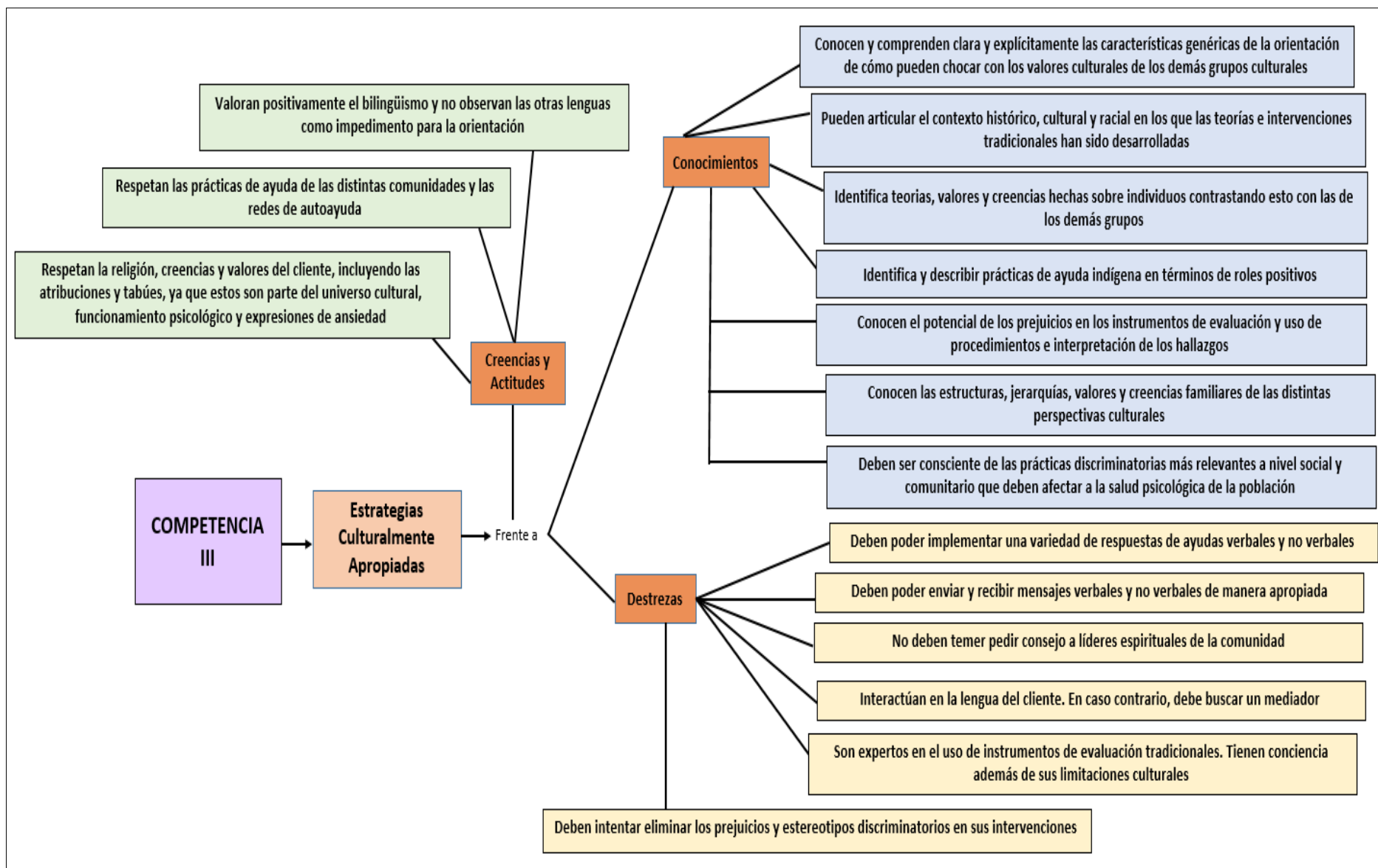
En la figura 2, 3 y 4 se evidencian las competencias y dimensiones postuladas por Malik, estas son de gran aporte para el enfoque intercultural que se pretende implementar en el presente trabajo:



**Figura 2.** Estructura y organización competencial (I) propuesta por Malik (2003)  
 Fuente: Elaboración propia, a partir de la propuesta de Malik (2003)



**Figura 3.** Estructura y organización competencial (II)  
 Fuente: elaboración propia, a partir de la propuesta de Malik (2003)



**Figura 4.** Estructura y organización competencial III propuesta por Malik (2003)  
Fuente: elaboración propia, a partir de la propuesta de Malik (2003)

## **2.4 La Sustentabilidad**

Actualmente, en la gran mayoría de contextos es común atender a los llamados que se realiza a la población en general acerca de la importancia de la sustentabilidad para que el medio ambiente no se deteriore. Si bien es cierto esta sustentabilidad se establece en el momento en que se crea un equilibrio entre el ser humano y el medio que los rodea, para llegar a avanzar en diferentes aspectos de la vida económica, social y tecnológica sin perjudicar el entorno.

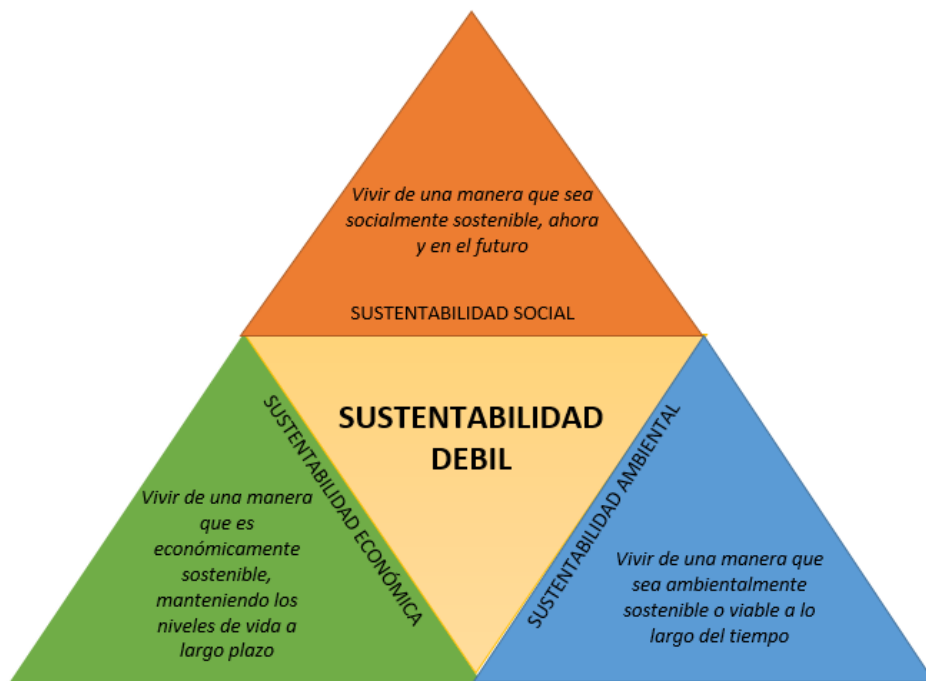
Con el paso del tiempo es evidente que la popularidad de la sustentabilidad a nivel global ha aumentado; en el mundo contemporáneo el tema de la sustentabilidad ha pasado de ser un tema que solo es trabajado por expertos y enfocado hacia el asunto ambiental, para llegar también a enfocarse hacia otros ámbitos como lo son el social y el económico.

Es necesario distinguir este término en el presente trabajo de investigación ya que mediante el mismo se pretenden desarrollar diferentes competencias interculturales en un grupo de niños, que trabajan para preservar el humedal que se encuentra presente en su comunidad; las competencias interculturales van de la mano con la perspectiva de la sustentabilidad ambiental pues para desarrollar el ser, el saber y el hacer en mejora del ecosistema se debe tener claridad en las estrategias sustentables a aplicar en el mismo.

Para hablar de sustentabilidad es necesario enunciar la tipología que la misma presenta, como lo menciona Porras (2017):“de la sustentabilidad subyacen la sustentabilidad Débil, la Fuerte y la Superfuerte” (p.35).A continuación, se presentan, los tipos de sustentabilidad.

### **2.4.1 La sustentabilidad débil**

Este tipo de sustentabilidad incluye tres tipos de dimensiones que se encuentran relacionadas; las dimensiones que incluye tienen que ver con el ámbito económico, ambiental y social. Estas dimensiones fueron postuladas por Jhon Elkington en el año 1997, con las cuales pretendía realizar una integración de las mismas a los propósitos de la sustentabilidad (Porras, 2017).



**Figura 5.** Tres dimensiones de sustentabilidad (Dillard, Dujon y King, 2009; pág. 2)  
Fuente: Elaboración de la autora

En la Figura 5, se evidencian los tres tipos de sustentabilidad que se relacionan entre sí y que no son opuestas, estos tres componentes (económico, social y ambiental) hacen parte de la sustentabilidad débil la cual está enfocada en modificar ciertos procesos de producción sin que se vea afectada la parte medioambiental, “detrás de esta idea está la reciente proliferación de estudios sobre *valoración económica* de los recursos naturales, postulando el concepto de *Capital Natural*” (Gudynas, 2009, p.15). Desde la postura social la sustentabilidad, se asume dependiendo del lugar donde se encuentre inmerso el grupo social, así mismo en esta postura se impulsan acciones para velar y respetar los diferentes derechos entre las personas que habitan las diversas regiones del planeta; por otro lado la postura económica de la sustentabilidad “se produce cuando el desarrollo, que se mueve hacia la sustentabilidad social y ambiental, es financieramente viable” Gilbert y otros (como se citó en Porras, 2017, p.38). Finalmente, para la postura de la sustentabilidad ambiental, se infiere que la misma apunta a la correcta utilización de los diferentes recursos naturales disponibles de manera que la población actual se beneficie sin comprometer la calidad de vida de las del futuro; por tanto la sustentabilidad ambiental es “una alternativa que escapa del imaginario del desarrollo existente y posibilita el bienestar social y el equilibrio ecológico” (Gómez, 2014, p.115)

## **2.4.2 Sustentabilidad Fuerte**

Donde se sustenta que solo un cambio social completo en los valores sociales y las elecciones permitirán el desarrollo de comunidades sustentables. Y se proponen que se adelanten procesos autónomos para la conservación de recursos renovables promoviendo la democracia. La sustentabilidad fuerte “advierde que no toda la Naturaleza puede ser reducida a un Capital Natural, ni que todas las valoraciones son económicas” (Gudynas, 2009, p.15).

## **2.4.3 Sustentabilidad Súper-fuerte**

En este tipo de sustentabilidad se da un valor agregado a la naturaleza y los principios de los mismos, enfocándose principalmente en alternativas que tiene que ver con el desarrollo y dejando un poco de lado al progreso. Por ello, Gudynas (2011) afirma: “La sustentabilidad súper-fuerte es otro paso más, en tanto concibe una pluralidad de valoraciones de la Naturaleza. En la dimensión ética, además de los valores económico y ecológico, se reconocen valoraciones sociales, culturales, estéticas, religiosas, etc.” (p.82).

## **2.5 Los Humedales**

Los humedales son ecosistemas que tienen gran importancia en el medio ambiente, pues su característica fundamental es la producción de agua a lo largo del año en las diferentes zonas en las que se encuentre ubicado. Los humedales son zonas de la superficie terrestre que están temporal o permanentemente inundadas, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan. En los humedales el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Esto significa que para la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, los humedales son definidos como:

Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. (CREHO, 2009, p.225)

En otras palabras, los humedales son biomas que cobran importancia en el ambiente debido a que en los mismos se albergan variadas especies acuáticas, terrestres y del aire; la biodiversidad que se encuentra en estos biomas cumple un papel biológico y ecológico que es fundamental para que se logre un equilibrio bioenergético en el medio.

### 2.5.1 La importancia del agua en los humedales

El agua es el componente principal para el desarrollo de la vida y sin ella los Humedales no podrían funcionar correctamente, para la UNESCO 2013 “Los humedales son “proveedores de agua”, que la procesan y purifican. Su función en los ciclos hidrológicos es parte integral del manejo del agua desde los estanques locales hasta las cuencas hidrográficas transnacionales”. Por lo anterior es de gran importancia preservar a los mismos realizar un mejor tratamiento de los recursos que en estos espacios se ofrecen.

A continuación se describen los parámetros que se deben tener en cuenta cuando se observa cualquier tipo de agua y que en el presente estudio han sido evaluados.

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos del agua

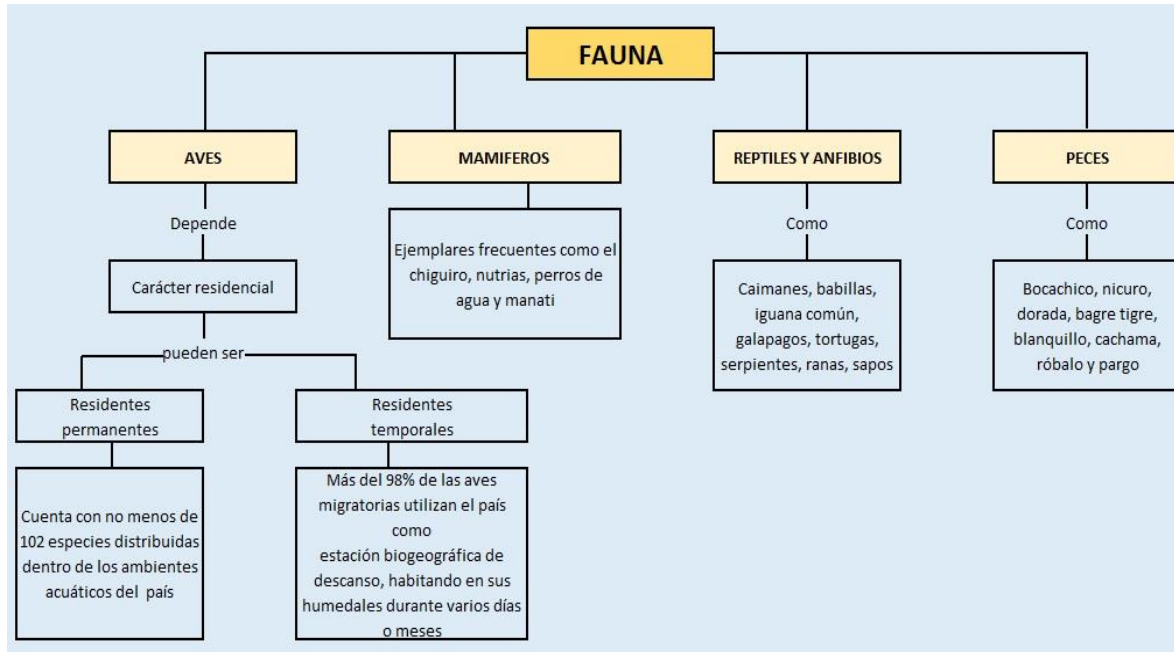
PARAMETRO	DESCRIPCIÓN
Color	El color en el agua se debe a los sólidos disueltos, pueden tener origen orgánico o inorgánico. Puede ser ocasionado por la presencia de iones metálicos (hierro, manganeso), humus, lodo, arcilla, residuos industriales. Tal coloración debe ser eliminada del agua para usos domésticos o industriales.
Sólidos	Son todas las sustancias presentes diferentes al H <sub>2</sub> O, materiales suspendidos o disueltos en la misma. Los sólidos afectan la calidad del agua de diferentes formas: aguas con alta concentración de sólidos disueltos generalmente son de baja potabilidad y pueden inducir reacciones fisiológicas desfavorables en el ser humano. Altos contenidos de minerales son perjudiciales para muchas aplicaciones industriales.
Olor	Es un efecto producido a causa de compuestos orgánicos que se encuentran en el agua, principalmente orgánicos, en la naturaleza, vegetación en descomposición, algas, compuestos químicos industriales presentes en desechos, sulfuros, metales y sales.
Temperatura	El valor de temperatura es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable (<40°C), es también un parámetro establecido como límite máximo permitido en vertimientos de aguas residuales.
Conductividad	La conductividad representa la concentración de sales en aguas naturales, permite describir las variaciones de los sólidos disueltos en las descargas. La conductividad del agua potable en las unidades SI, tiene un rango de 50 a 1.500 micromhos. La conductividad de las aguas

	residuales domésticas y algunas industriales puede estar por encima de 10.000 micromhos/cm.
pH	Las aguas naturales tienen normalmente valores de pH en la zona de 4 a 9 y la mayoría son ligeramente básicas debido a la presencia de bicarbonatos y carbonatos de los metales alcalinos y alcalinotérreos.
Acidez	La acidez de un agua es una medida de su capacidad para reaccionar con bases fuertes a determinado pH, o sea, es la capacidad para donar protones. El CO <sub>2</sub> es el principal causante de la acidez en aguas naturales, se introduce de la atmósfera cuando la presión parcial del CO <sub>2</sub> en el aire es mayor que su presión parcial en el agua.
Alcalinidad	La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos. La alcalinidad de la mayor parte de los recursos acuíferos naturales es causada por las sales de bicarbonato disueltos, que se forma por la acción del CO <sub>2</sub> sobre los materiales básicos.
Dureza	Es la suma de las concentraciones de los iones calcio y magnesio. La dureza varía de un lugar a otro. Se origina por contacto de agua con el suelo de formación rocosa y en áreas donde la capa del suelo es gruesa y hay calizas presentes, por esto refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que ha tenido contacto.
Oxígeno disuelto	Es considerado como un indicador para medir el grado de contaminación de las aguas residuales domésticas e industriales. Es inversamente proporcional a la temperatura, por lo tanto si la temperatura disminuye el oxígeno disuelto aumenta y si la temperatura aumenta el oxígeno disuelto aumenta.
Demanda química de oxígeno	Es una medida del oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica de una muestra que es susceptible a oxidación por un oxidante químico fuerte. La oxidación bajo ciertas condiciones de acidez, temperatura y tiempo, transforma la materia orgánica en bióxido de carbono y agua.
Metales	La presencia de metales en agua potable, aguas residuales, y en los cuerpos de aguas receptores, constituye un serio problema, ya que su toxicidad afecta adversamente a los seres vivos que consumen agua, a los sistemas de tratamiento de aguas residuales y a los ecosistemas.

Fuente: Métodos Analíticos para la Evaluación de la Calidad Físicoquímica del Agua (Londoño, Grialdo y Gutiérrez, 2010)

## 2.5.2 Biodiversidad en los humedales

Colombia es uno de los países del mundo con mayor porcentaje de biodiversidad, a nivel mundial está catalogado como uno de los territorios megadiversos dentro del grupo de los 14 países que alberga el mayor índice de biodiversidad en la tierra.



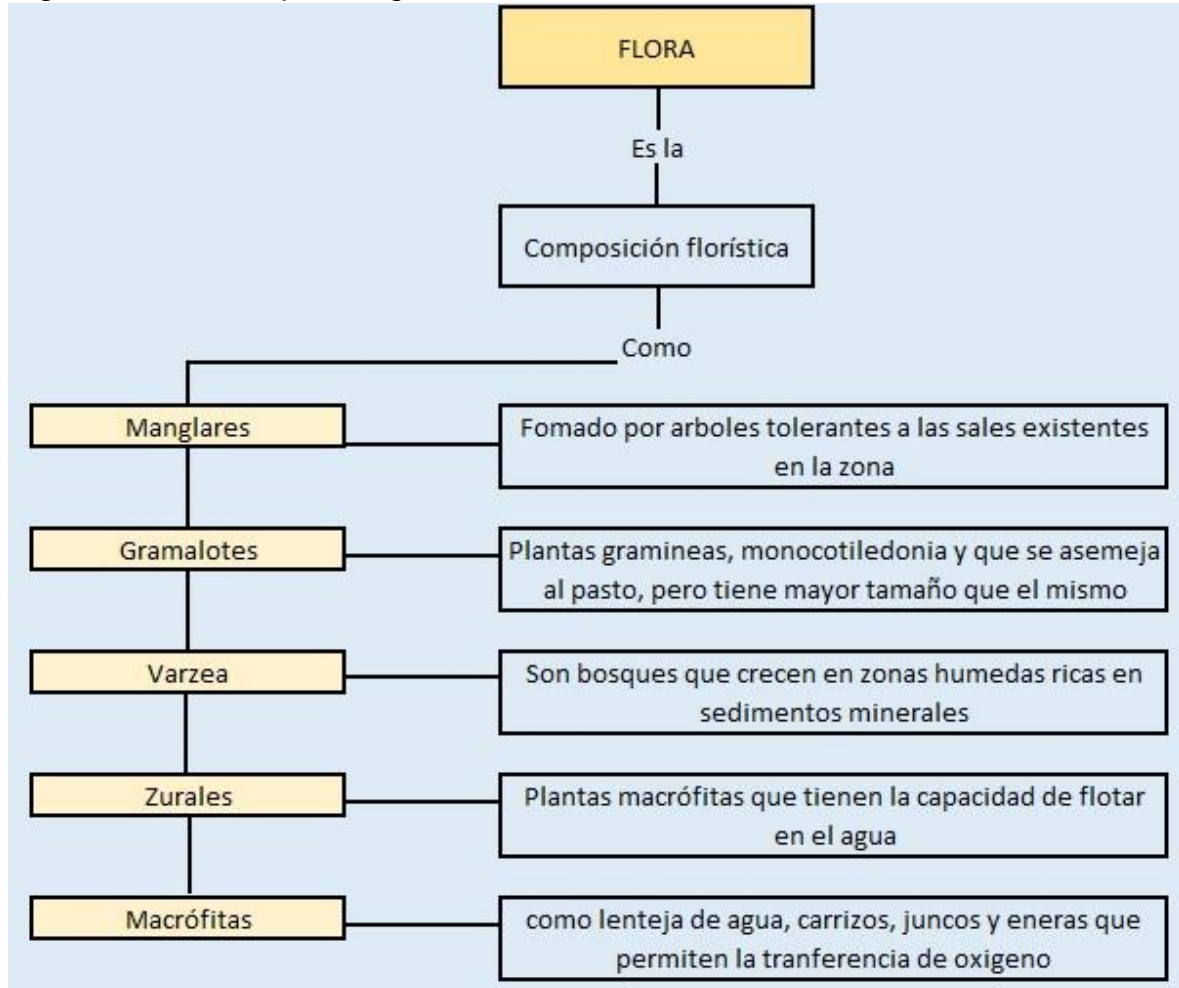
**Figura 6.** Biodiversidad en fauna presente en los humedales (Castellanos , 2006)

Fuente: Elaboración de la autora

Para Andrade (2011) “de esta alta diversidad biológica subyacen factores geográficos, climáticos, ecológicos y evolutivos, cuya interacción resulta en un mosaico complejo de patrones de ecosistemas, especies y procesos” (p.39). Por su estratégica ubicación geográfica, Colombia posee dos extensiones de agua marina por el lado de la costa Pacífica y de la del Caribe, adicional a esto en su superficie esta posee innumerables corrientes hídricas correspondientes a agua dulce; entre ellos humedales, en los cuales se evidencia un equilibrio en la red trófica.

Cuando los humedales no han sido alterados, la red trófica se mantiene y funciona correctamente, presentando de esta forma composiciones florísticas, lo que hace que el humedal se torne atractivo para diferentes especies de fauna, algunas especies pueden llegar a ser residentes permanentes y otros temporales (Castellanos, 2006). En la figura 6 y 7 se resaltan las principales especies de fauna y de flora que habitan en muchos humedales. Para el aspecto faunístico se nombran especies en su gran mayoría de tipo silvestre y acuático, sin tener en

cuenta la parte de microorganismos que habitan en el agua, pues especies como el fitoplancton y zooplancton habitan en la superficie del agua y mediante ellos se pueden mediar procesos importantes cuando se evidencia sobrecarga de materia orgánica en el cuerpo de agua.



**Figura 7.** Biodiversidad en flora presente en los humedales (Castellanos , 2006)  
Fuente: Elaboración de la autora

### 2.5.3 La educación y los humedales

Generalmente los niños son las futuras generaciones del mundo, ellos obtienen los conocimientos de todas las áreas en el lugar que comúnmente se conoce como colegio, escuela o instituto. Las lecciones que allí se enseñan en la mayoría de las ocasiones se imparten dentro del establecimiento, es decir no se aprovechan los recursos que se tienen fuera de la institución, cuando se habla de recurso se hace referencia a recursos naturales, museos, fábricas o diferentes instituciones de las cuales se pueda obtener o relacionar un conocimiento. En este

orden de ideas, los humedales son áreas o biomas de los cuales se pueden obtener diferentes ventajas pedagógicas.

Con los humedales se pueden potenciar diversos aspectos educativos en los estudiantes, los humedales: a) constituyen “aulas abiertas” para interpretar diferentes fenómenos, b) son “laboratorio de biodiversidad” para conocer procesos ecológicos, c) son “laboratorios sociales” donde se observan relaciones ancestrales, d) reflejan el ejemplo de sostenibilidad e insostenibilidad del territorio, e) fomentan valores de pertenencia y respeto por el medio ambiente. (Cid, 2005, p.3)

Por lo anterior, los humedales cobran importancia en la educación generando espacios académicos donde los estudiantes pueden evidenciar procesos que ocurren en la cadena trófica, esto con el ánimo de que se presenten observaciones y registro de los mismos hechos, usando el humedal como un laboratorio abierto para identificar factores de biodiversidad, sin afectar a la misma. En los humedales se crean lasos de relaciones sociales, se pueden intercambiar diferentes saberes sobre el respectivo cuidado y preservación que un ecosistema como este requiere, para que de esta forma se lleguen a generar sentimientos culturales en la persona sobre la importancia del papel que tienen estos lugares en el planeta.

## **2.6 El Humedal La Vaca**

Para llegar a una perfecta contextualización del Humedal La Vaca es necesario hacer acotación sobre los diferentes factores geográficos, climatología, geología y tectónicas, clasificación y biofiltro que el mismo posee.

El Humedal de La Vaca se encuentra ubicado al sur-occidente de la ciudad de Bogotá, y pertenece a la Localidad de Kennedy. Actualmente el humedal se encuentra fraccionado en dos sectores independientes, los cuales están separados por una zona densamente urbanizada y poblada por estratos bajos. La porción o sector denominado Norte comprende 5,72 hectáreas y se ubica entre la Avenida Agoberto Mejía y la Carrera 91 Sur; entre el costado sur del cerramiento de Corabastos y la calle 41 Bis A Sur. (SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE, s.f, p.1)

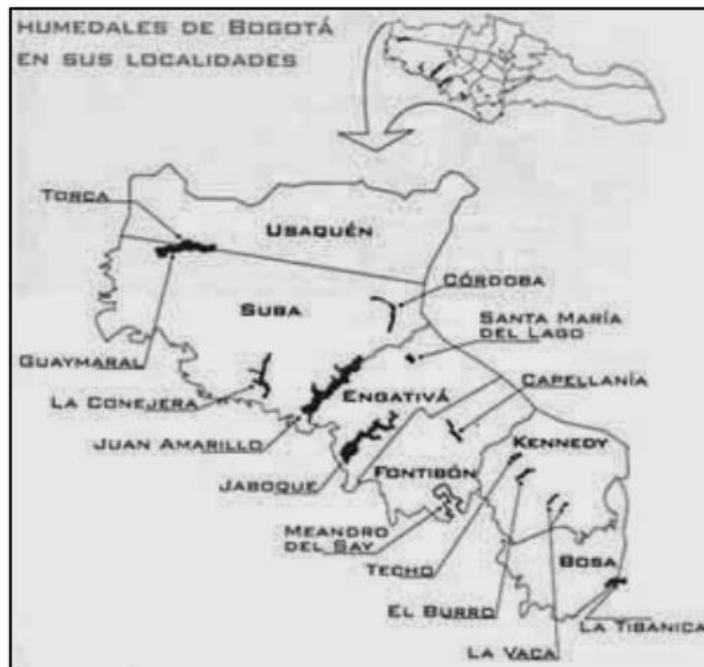
En el Humedal La Vaca la comunidad tiene una importantísima participación en los procesos de cambio, “hoy el paisaje, es reflejo del trabajo en conjunto para el restablecimiento de un ecosistema estratégico para la ciudad” (FUNDACIÓN HUMEDALES DE BOGOTA, 2011). Lo anterior hace referencia al riguroso trabajo que ha realizado parte de la comunidad para recuperar el ecosistema, comenzando por un grupo de mujeres que crearon el banco de semillas del humedal y que adicional a esto fueron las que impulsaron el proceso de

restauración, pues el humedal se encontraba invadido y sumergido en medio de contaminación de escombros que no permitían el flujo del cuerpo acuático; mediante la siembra de diferentes especies de plantas lograron recuperar el humedal y hasta el día de hoy los niños de la comunidad trabajan en pro del bienestar del mismo, que alberga diversas especies.

### 2.6.1 Ubicación geográfica del Humedal La Vaca

Como se mencionó anteriormente el Humedal La Vaca se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, la cual se localiza en la región Andina colombiana “sobre el altiplano Cundiboyacense (Cordillera Oriental de los Andes), a una altitud de unos 2.630 msnm. Tiene un área total de 163.659 hectáreas y un área urbana de 41.388 ha” (Secretaria de Planeación de Bogotá, 2009, p.13). Bogotá está dividida en varias localidades, una de ellas es la localidad de Kennedy, en ella se ubica el Humedal La Vaca; una de las características de la ciudad es que en ella se albergan variados humedales, esto debido a que la ciudad se asienta donde antiguamente existía un lago y estaba cubierto por pantanos.

En la figura 8, se presenta la ubicación del Humedal La Vaca en la ciudad de Bogotá; por otro lado en la figura 9, se indica la zonificación del sector norte del humedal donde se resaltan las zonas que componen al humedal como lo son el bosque protector, la zona para el mejoramiento de calidad de agua (ZMCA), la zona herbácea, la zona de juncos, la zona acuática, la zona de ronda y recreación pasiva.



**Figura 8.** Ubicación del Humedal La Vaca en Bogotá

Fuente: Secretaria Distrital de Planeación, Localidad 8 de Kennedy. Mapas Distritales (Archivo). Bogotá, s.f.



**Figura 9.** Zonificación del sector norte del Humedal La Vaca  
Fuente: (Plan de Manejo Humedal La Vaca, 2009)

## 2.6.2 Climatología del Humedal La Vaca

El clima es un componente físico que se evidencia en el medio ambiente, para el Humedal La Vaca el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, realizó un estudio del clima que se presenta cada mes en el ecosistema a lo largo del año, a continuación en la tabla 3, se observan los datos registrados por el IDEAM para el estudio climatológico del Humedal La Vaca.

En el estudio se tienen en cuenta variables como temperatura, humedad relativa, brillo solar y la velocidad del viento. Para la temperatura, la variación en la misma no presenta grandes cambios a lo largo del año pues la misma no aumenta en 1°C entre mes y mes, siendo la temperatura media anual de 13,6°C, lo que indica que en el humedal no se presentan temperaturas tan elevadas debido a que la temperatura promedio de la ciudad de Bogotá oscila entre 19 y 20°C. “La diferencia entre el mes más frío y el mes más caliente es de 1 °C, siendo los meses de enero y diciembre los más fríos, y abril y mayo los más calurosos” (Cruz, 2015, p.42).

**Tabla 4.** Caracterización Climatológica, media mensual del Humedal La Vaca

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
<b>Temp. Media (°C)</b>	12.9	13.4	13.7	13.9	14.0	13.8	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.1	13.6
<b>Humedad rela. (%)</b>	79	80	81	82	81	79	77	77	79	82	83	81	80
<b>Brillo solar (horas)</b>	191	148	143	111	113	113	137	138	123	121	130	161	162.9
<b>Vel. Viento a 2m (m/s)</b>	1.5	1.6	1.7	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	1.6	1.5	1.4	1.6	1.6

Fuente: IDEAM (como se citó en Cruz, 2015)

Por otro lado, la humedad relativa aumenta su porcentaje en cantidades muy mínimas entre cada mes, sin embargo se estima que esta variable presenta un alto porcentaje, esto debido al ecosistema en el cual se está evaluando, pues el humedal tiene temperaturas bajas y esto hace que presente mayor humedad en el ambiente.

En cuanto al brillo solar, la unidad utilizada para la medición del mismo son las horas de exposición solar por mes al que se expone el humedal, según el estudio realizado en el humedal, la mayor exposición solar se presenta en el mes de enero, este factor es determinado por la época del año, en enero se presentan más días soleados que en los meses de abril, mayo y junio donde se presentan más días de lluvia. Respecto a la velocidad del viento, “los vientos predominantes en la zona de estudio corresponden a los Alisios del Noreste, que presentan una frecuencia del 22,8 %, ejerciendo influencia en el clima local durante gran parte del año” (Cruz, 2015, p.42).

### 2.6.3 Geología y tectónicas del Humedal La Vaca

Al encontrarse ubicado en la ciudad de Bogotá, el humedal hace parte del sector sur oriental de la altiplanicie de la Sabana de Bogotá, por estas características “en el área del humedal la Vaca el relieve es de tipo plano y se encuentra conformado por un depósito de tipo fluvio lacustre caracterizado por presencia de limos y arcillas de plasticidad alta” (Cruz, 2015, p.46).

Por otro lado, el Humedal La Vaca en la antigüedad hizo parte del río Tunjuelito, posteriormente el cuerpo de agua cambio su rumbo en la tabla 4, se evidencia la composición de las tectónicas del Humedal La Vaca, donde “se

encuentran materiales arenosos de grano medio a fino, que hacen parte del cono aluvial del río Tunjuelo”, en cada sección del humedal se encuentran diferentes composiciones como se muestra a continuación:

**Tabla 5.** Características de la tectónica del Humedal La Vaca (Cruz, 2015)

TECTÓNICA DEL HUMEDAL LA VACA		
SECTOR	DESCRIPCIÓN	COMPOSICIÓN DE SUELO
Norte y Sur	Ligeramente disecada e inclinada, con orientación dominante SO-NE.	* Sedimentos arcillosos * Limos locales * Arcillas orgánicas (áreas pantanosas)
Parte central	Topografía plana a ligeramente inclinada, pero con una mayor disección debido al estado actual del humedal	Sedimentos arcillosos y limosos oscuros, altamente contaminados

Fuente: Elaboración de la autora

#### 2.6.4 Caracterización del Humedal La Vaca

La convención de Ramsar estipulo los niveles jerárquicos para la clasificación de humedales en el mundo, específicamente para la clasificación del Humedal La Vaca, Cruz (2015) realizó una adaptación para especificar la clasificación del mismo como se evidencia en la tabla 5.

**Tabla 6.** Clasificación del Humedal La Vaca, Política Nacional para humedales interiores de Colombia

Ámbito	Sistema	Subsistema	Clase	Subclase
Interior	Palustre	Permanente	Emergente	Pantanos y ciénagas dulces permanentes

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (como se citó en Cruz, 2015)

Para la clasificación se tuvo en cuenta el ámbito del humedal, donde se hace referencia a la naturaleza del ecosistema; el sistema que da la información acerca

de la tipología de los humedales, en este caso cuando se hace referencia a que es de tipo palustre quiere decir que pertenece a ecosistemas pantanosos; para el subsistema, en este humedal se resalta la circulación del agua por el mismo (permanente); en cuanto a la clase, se refiere a las especies vegetales que en el mismo habitan, siendo de tipo emergente indica que son plantas que surgen desde el fondo de terrenos inundados y salen al exterior a través de la superficie del agua; y finalmente, para la subclase, se describen los aspectos biofísicos del humedal.

#### 2.6.5 El biofiltro del Humedal La Vaca

En este ecosistema existe gran variedad de especies vegetales, por otra parte existe una planta de gran importancia en el humedal pues con ella se logró depurar el agua cuando las mujeres del banco de semillas empezaron la labor de restauración del humedal, esta planta es el Junco, esta especie es la que actúa en el humedal como biofiltro para depurar y descontaminar en gran medida el agua que se encuentra en el ecosistema. En el artículo de la revista *La Tadeo "La Biodiversidad Bogotana"* por Calvachi Zambrano (2002), en los humedales se mantienen aguas más o menos estancadas a nivel del suelo o por encima durante gran parte del año, incluso en la actualidad se mantienen especies vegetativas de tipo acuático o pantanoso (principalmente hierbas); las especies dominantes son **Juncos** (*Scirpus californicus*), enneas (*Typha dominguensis*), barbascos (*Polygonum punctatum*), lengua de vaca (*Rumex obtusifolius*), botoncillos (*Bidens laevis*), etc.

Las plantas acuáticas de los humedales cumplen un importante papel para el ecosistema, colaboran con la producción primaria, regulación de la calidad del agua, aportan detritus al sistema, absorben y liberan nutrientes, compiten entre ellas mismas, facilitan la diversificación de hábitats y alimento faunístico. (Fundación Humedales Bogotá, 2012)

Para contextualizar acerca del Junco, especie que funciona como biofiltro en el Humedal La Vaca, en la figura 11 y 12, se realiza la descripción taxonómica y principales características fisiológicas y una aproximación a la microscopía que la planta posee para de esta manera empezar a realizar una aproximación sobre la función fitorremediadora de las macrófitas, pues básicamente lo que realizan estas plantas en los humedales es aprovechar las interacciones con los microorganismos y la atmosfera para transformar la materia orgánica. La planta de Junco es una planta herbácea monocotiledónea de la familia de las juncáceas con ramas aéreas provistas y una medula esponjosa, flores hermafroditas, capsulas como fruto y tallos flexibles. (Castilla, 2012)

Por otro lado, el junco es una planta emergente que cumple con funciones referentes a la fitorremediación, pero así como esta presenta gran número de ventajas también posee limitaciones en comparación con otras tecnologías convencionales, a continuación Delgado, González, Prieto y otros (2011), formulan algunas de ellas:

#### Ventajas

- ✓ Funciona muy bien para superficies grandes
- ✓ Es una tecnología sustentable
- ✓ Es eficiente para contaminantes orgánicos e inorgánicos
- ✓ No requiere personal especializado para su manejo
- ✓ Es de bajo costo
- ✓ No requiere consumo de energía
- ✓ Permite el reciclado de recursos (agua, biomasa, metales)

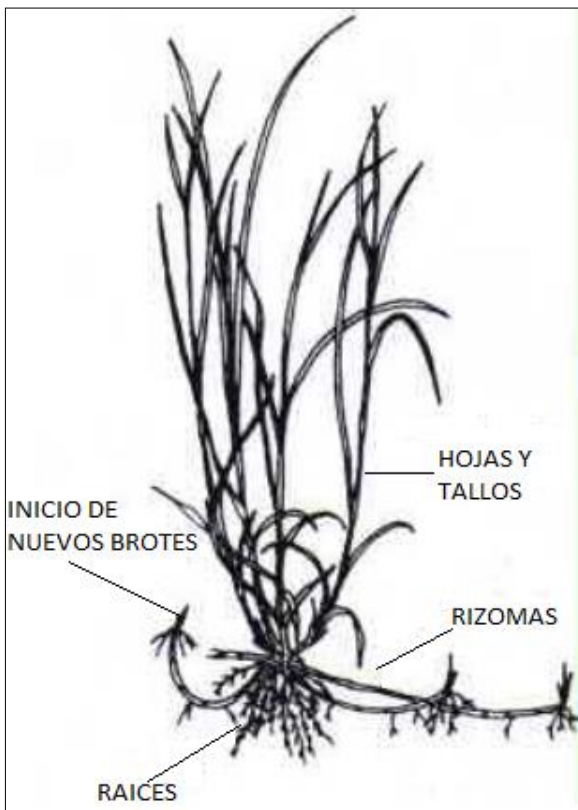
#### Desventajas

- ✓ Las raíces solo alcanzan aguas poco profundas
- ✓ El crecimiento de las plantas está limitado por concentraciones tóxicas de contaminantes, por lo tanto es aplicable a ambientes con concentraciones bajas de contaminantes
- ✓ Se requieren áreas relativamente grandes
- ✓ El periodo de depuración es largo

La principal ventaja que ofrecen estos sistemas es la gran superficie de contacto que tienen sus raíces con el agua residual, ya que ésta les baña por completo, lo que permite una gran actividad depuradora. Por otro lado, la principal desventaja de los sistemas con macrófitas flotantes es la capacidad limitada de acumular biomasa, por lo que se deben hacer retiros periódicos de la misma para permitir el crecimiento de las plantas, y esto encarece el proceso en lo que a mano de obra se refiere. (Fernández, 2000, p.223-236)

De acuerdo con el tipo de contaminación que se presente en el ecosistema, las plantas emergentes pueden realizar el proceso de fitorremediación como un método de contención mediante la rizofiltración (utilización de sistema radicular para absorber y acumular los metales de la zona acuática donde se encuentran); fitoestabilización (inmovilización de los contaminantes del suelo a través de absorción y acumulación en las raíces); fitoinmovilización (las plantas producen compuestos químicos en la interfaz suelo – raíz, inactivando las sustancias tóxicas); fitodegradación (los microorganismos que se encuentran en las plantas degradan contaminantes orgánicos convirtiéndolos en no tóxicos); fitoextracción o fitoacumulación (las plantas utilizan sus raíces para absorber los metales, posteriormente los acumulan en el tallo y en las hojas) y por último la fitovolatilización (cuando la planta absorbe contaminantes orgánicos e inorgánicos,

que llegan hasta las hojas y luego se evaporan en la atmosfera)(Cortés y Florez, 2017).



Una planta emergente es aquella que pertenece a un ecosistema acuático y que tiene en su estructura superior órganos como hojas, tallos y flores, que salen fuera del agua dejando dentro de la misma otros órganos como raíces, rizomas y nuevos brotes que cumplen otro tipo de funciones. Los principales órganos que se evidencian en una planta emergente se evidencian en la figura 10. El junco entonces, es considerado una planta emergente por poseer las anteriores características. “El tallo es cespitoso, erecto, liso, trigono, sin presentar tuberosidades en la base. Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares; las superiores las desarrollan ocasionalmente. La inflorescencia es un agregado simple de espiguillas” (Palomino y Cabrera, 2008, p.52).

**Figura 10.** Principales órganos de una planta emergente  
Fuente: (Lara, 1999)

Desde el punto de vista fisiológico de la planta se pueden explicar tanto sus ventajas como sus desventajas en la fitorremediación, pues como lo menciona Martelo y Lara (2012) “la densidad y profundidad del medio filtrante (raíces), depende en gran medida de factores como la calidad del agua, temperatura, régimen de cosecha, etcétera” (p. 226). El junco al ser una planta macrófita flotante, no soporta sus raíces sobre un sustrato y mantienen sus órganos asimiladores flotando sobre la superficie del agua, al ser una planta rizomática, su reproducción se desarrolla de forma horizontal. El junco pertenece al grupo de plantas estrictas o hidrófitos, que indica que son las plantas que viven en el agua en este caso en un humedal.

A diferencia de las plantas terrestres, las plantas acuáticas muestran epidermis muy delgadas, a fin de reducir la resistencia al paso de gases, agua y nutrientes, y posee tejidos con un gran desarrollo de los espacios intercelulares que da lugar a una red de conductos huecos en los que almacena y circula aire con oxígeno para facilitar la difusión de gases entre los órganos de la planta. (Cortés y Florez, 2017, p.10)

## EL JUNCO (*Schoenoplectus californicus*)

Orden: Poales  
Familia: Cyperaceae  
Género: Schoenoplectus



Es una planta rizomatosa, lo que significa que también presenta tallos subterráneos. Está muy adaptada al medio acuático y puede desarrollarse en suelos de inundación permanente y en aguas de hasta 1 m de profundidad. Sus poderosos rizomas se fijan al sustrato y ejercen una función de soporte, de retención de nutrientes y del suelo, impidiendo la erosión y facilitando el crecimiento de nuevas especies en las orillas



Las flores se agrupan en la antela, que es de color castaño rojizo y se encuentra en los extremos de los tallos. El fruto se llama aquenio, es oscuro, tiene forma plana convexa con bordes redondeados y por dentro tiene 3 filamentos (setas).

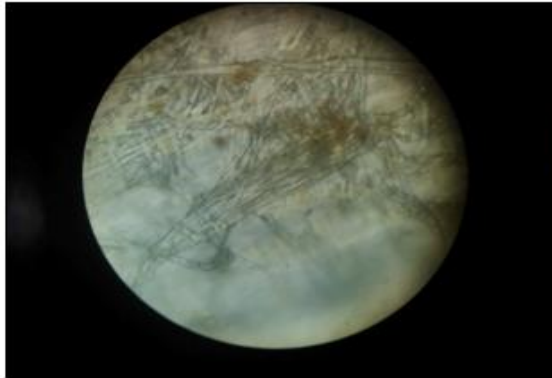


Tiene tallos erguidos, trígonos (es decir, que presentan tres caras) y con bordes redondeados.

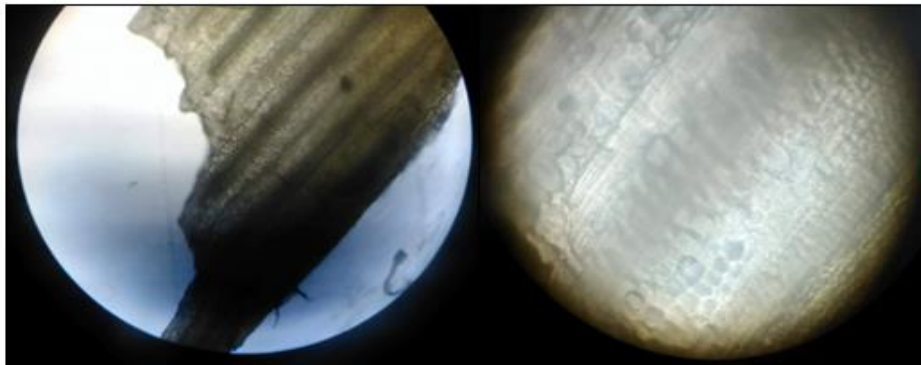
**Figura 11.** Taxonomía y principales características del Junco

Fuente: Biblioteca Plan Ceibal (s.f), fotografías planta de Junco del Humedal La Vaca

## MICROSCOPIA DEL JUNCO



Este corte transversal corresponde a la parte más madura de la raíz. Al ser una planta monocotiledónea, la epidermis presenta una cutícula un poco más gruesa que en las dicotiledóneas. Se observan microtúbulos por los cuales se transportan los fluidos.



Un elevado número de cordones de xilema primario caracterizados por los grandes vasos o tráqueas se disponen de forma vertical disponiendo de células alargadas y huecas, en la fotografía izquierda de color verde más oscuro y en la derecha se observa de forma más sombreada, al ser tejido leñoso proporciona soporte mecánico a la planta.

**Figura 12.** Raíz y Tallo del Junco vistos desde el microscopio

Fuente: Atlas de histología vegetal y animal (2018), fotografías planta de Junco del Humedal La Vaca

### **CAPITULO III. METODOLOGIA**

En este capítulo se aborda la estructura de la investigación para el estudio ambiental del Humedal La Vaca usando técnicas de fitorremediación por medio de la planta emergente llamada Junco (*Schoenoplectus americanus*); dicho estudio está enfocado hacia el desarrollo de saberes interculturales desde la perspectiva e ideas que surgen a partir de la sustentabilidad ambiental en una muestra de población de la comunidad aledaña al Humedal, muestra en la cual se encuentran niños que trabajan para la reparación y preservación del Humedal. La metodología establecida de acuerdo con la situación problema y los objetivos a realizar esta remitida a la integración metodológica que permite la posibilidad de combinar la metodología cualitativa y cuantitativa dentro de una misma investigación. A continuación se presentará el enfoque metodológico a trabajar, las etapas, descripción del contexto y población muestra que se examinará y las técnicas e instrumentos a manejar para la recolección de la información.

#### **3.1 Enfoque Metodológico**

Teniendo en cuenta el objetivo principal del presente trabajo, que habla sobre la construcción de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad ambiental a partir de conocimientos científicos y desarrollando alternativas desde la fitorremediación; se implementará en esta investigación un enfoque mixto, que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Zuleta Moreno, 2015)

En el ámbito de la investigación, este enfoque presenta grandes ventajas ya que al cubrir más dimensiones de una realidad social, se puede alcanzar una información más profunda y diversificada; los resultados adquieren mayor grado de validez; innovación y reforzamiento del marco conceptual y síntesis de teorías pues facilita la comparación de diversos datos a través de métodos distintos (Veliz & Bianchetti, 2016).

De acuerdo con los propósitos que se presentan en este trabajo de investigación autores como Hernández Sampieri, Fernández, y Baptista (2006) caracterizan diferentes modelos de diseño para el enfoque mixto: el modelo de dos etapas; el diseño cuantitativo y diseño cualitativo de manera secuencial y el modelo de enfoque dominante. En este caso se hará énfasis en el primero pues es el más apropiado de acuerdo a lo planteado. En esta modalidad se reconocen dos variantes principales: a) diseños de aplicación independiente, pero cuyos resultados se complementan (primero se aplica un enfoque y luego el otro, de

manera relativamente independiente dentro del mismo estudio); b) diseños vinculados o modelo de dos etapas por derivación (donde la aplicación de una conduce a la otra).

Con referencia a la problemática ambiental que sufre el ecosistema del Humedal La Vaca y de acuerdo a las labores que realiza parte de la comunidad (niños) al mismo, se evidencia propicio el uso de técnicas e instrumentos que presenten principios metodológicos del enfoque mixto, ya que para el caso del enfoque cuantitativo como lo menciona Vasilachis (como se citó en Porras, 2017) este enfoque “centra sus potencialidades en el análisis prototípico y categorial y la cuantificación de la valencia asociada con los esquemas cognitivos de base” (p.24). Por otro lado, el enfoque cualitativo “utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación” (Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2006, p.16). El primer enfoque es de gran ayuda en el marco de la cuantificación de los análisis químicos que se pretenden realizar a la especie que sirve como biofiltro en el Humedal y el segundo es sustentado con un aporte fundamental mediante cuestionarios, talleres, entrevistas entre otros.

Paralelamente y para complementar al enfoque mixto, para las diferentes etapas metodológicas que se desarrollarán en el trabajo se tendrá en cuenta también el enfoque de Investigación Acción Participación, ya que el mismo es preciso para tipos de investigaciones o estudios que traten sobre realidades humanas. La Investigación Acción y Participación (IAP) como proceso metodológico conjuga las actividades del conocimiento de la realidad mediante mecanismos de participación de la comunidad, para el mejoramiento de sus condiciones de vida. “En su conjunto se configura como una herramienta de motivación y promoción humana, que permitiría garantizar la participación activa y democrática de la población, en el planeamiento y la ejecución de sus programas y proyectos de desarrollo” (Durstun y Miranda, 2002, p.10).

En el Humedal La Vaca se propicia de gran manera el enfoque IAP pues en las fases metodológicas presentadas más adelante se evidencia claramente la participación por parte de la población muestra mediante los diferentes instrumentos aplicados.

A continuación se presentan las fases del estudio:

**Fase indagatoria:** Evidencias de las percepciones que tienen los niños “Guardianes del Agua” acerca de la importancia de este ecosistema.

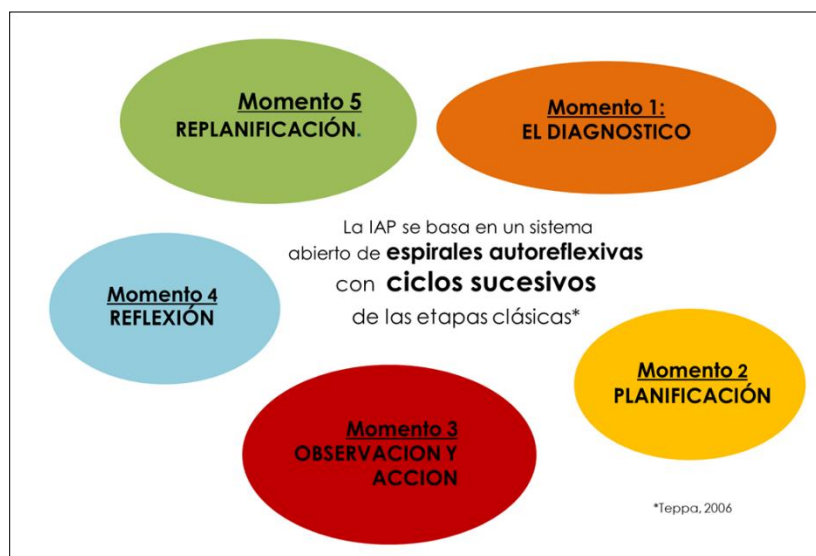
**Fase de caracterización e implementación de secuencia:** Diseño de la secuencia didáctica y análisis químico al cuerpo de agua y a la especie que actúa como biofiltro en el humedal (Junco), para el estudio de la capacidad de absorción

y depuración que tiene el mismo en cuanto a la remoción de diferentes contaminantes presentes en el agua que ingresa al ecosistema.

**Fase de evaluación:** Presentación de informe final a la comunidad acerca del estudio realizado al cuerpo de agua y a la planta en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional para posteriormente realizar el respectivo análisis de los saberes obtenidos por parte de la comunidad tras evidenciar el estudio que se practicó en el ecosistema y de esta manera complementar y nutrir los diferentes saberes ancestrales y científicos que se presentan en el Humedal.

### 3.2 Diseño del estudio

Al realizar el estudio ambiental del Humedal La Vaca se pretende diagnosticar los diferentes impactos que afectan al ecosistema, los contaminantes allí presentes mediante respectivos análisis químicos y verificar que la especie representativa del Humedal está realizando una correcta actividad de fitorremediación para la preservación del ecosistema.



**Figura 13.** Etapas y fases del enfoque IAP

Fuente: [www.ecomaletas.wordpress.com/](http://www.ecomaletas.wordpress.com/)

Conforme a lo anterior para el diseño del presente estudio, se tomará el enfoque metodológico de tipo mixto, “que implica recopilar, analizar e interpretar datos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio” (Leech y Onwuegbuzie, 2009, p.265). Paralelamente se realizarán intervenciones con el enfoque IAP (Investigación Acción y Participación), donde se tendrán en cuenta las etapas y fases propuestas por Martí (s.f): “Pre-investigación, diagnóstico, programación, conclusiones y propuesta; que pueden variar en cada contexto de investigación pero que constituyen el esqueleto de la IAP” (p.02).

En la primera fase del proceso del presente estudio, se realiza un reconocimiento contextual del territorio y acercamiento a la problemática llevando a cabo un estudio mixto mediante recorrido a la zona del Humedal, entrevistas, cuestionarios y talleres enfocados en aspectos propios de la interculturalidad, los cuales van dirigidos hacia la población con la cual se va a realizar el estudio, quienes son niños pertenecientes a la comunidad aledaña al ecosistema y quienes trabajan por preservar el mismo y conforman un grupo llamado “Guardianes del Agua”, con ellos se pretende identificar la percepción que tienen los mismos frente a la crisis de contaminación ambiental que se vive en el Humedal e indagar cómo han trabajado para que el Humedal se recupere. A partir de los resultados obtenidos con los instrumentos aplicados se da inicio a la segunda fase del estudio donde se pretende brindar un diagnóstico para evidenciar la problemática que sufre el Humedal y generar hipótesis acerca del origen de la contaminación presente en el ecosistema y de esta manera empezar a generar el diseño de la secuencia didáctica vista desde el punto de la sustentabilidad, realizando los pertinentes análisis químicos tanto de agua y especie vegetal (Junco) para determinar primero qué componentes contaminantes tiene el agua que ingresa al Humedal y segundo qué componentes está absorbiendo la planta para realizar una correcta fitorremediación del agua, teniendo en cuenta que se analizará el agua antes de pasar por el biofiltro (Zona de Juncos) y luego de haber pasado por el mismo.

Por último, en la tercera fase, que es una etapa de evaluación del estudio ambiental se pretende identificar los saberes obtenidos por parte de la comunidad después de realizada la presentación del informe del análisis químico que se desarrolló, pues mediante este la comunidad adopta posiciones de alto valor para comprender la importancia del ecosistema que los rodea fijando una posición crítica frente a la sustentabilidad pero intercambiando e interactuando con los demás integrantes para mantener los saberes interculturales frente a la contaminación del medio.

### **3.3 Contexto y población muestra a examinar**

El presente estudio tuvo como escenario de trabajo el ecosistema del Humedal La Vaca ubicado en la ciudad de Bogotá, localidad de Kennedy, en el sector norte Carrera 81 D Calle 40 C Sur, específicamente entre el barrio El Amparo y Corabastos, al oriente de la Avenida Ciudad de Cali y la Carrera 88 y se extiende desde la calle 45bis sur hasta la calle 35 sur. El ecosistema se encuentra a una altura de 2.630 metros sobre el nivel del mar.

Actualmente el Humedal se encuentra fraccionado en dos sectores, pues los separa una zona densamente urbanizada y poblada. En el Humedal La Vaca la comunidad tiene una importantísima participación en los procesos de cambio, hoy el paisaje, es reflejo del trabajo en conjunto para el restablecimiento de un ecosistema estratégico para la ciudad.

Para el estudio realizado en el Humedal la población muestra la conformó un grupo de niños pertenecientes a la comunidad aledaña al ecosistema, quienes conforman el grupo “Guardianes del Agua”. Para la selección de la población se tuvo en cuenta que fueran personas residentes de los barrios que limitan con el Humedal; se tomó en cuenta este grupo de niños ya que trabajan para preservar día a día el ecosistema en pro de su comunidad. Los participantes totales para la población muestra fueron 15 de los cuales 8 son niñas (53%) y 7 son niños (47%), la población oscila en edades entre los 9 y 15 años y se encuentran en diferentes grados de escolaridad comprendidos entre cuarto de primaria y octavo de bachillerato.

### **3.4 Técnicas e instrumentos a manejar para la recolección de la información**

Para la recolección de la información de la presente investigación mediante diferentes técnicas se diseñaron varios instrumentos de evaluación para determinar los aprendizajes, opiniones y saberes de la población objetivo. Los diferentes instrumentos aplicados se pueden evidenciar en la sección de anexos, así mismo en cuanto al marco concerniente a entrevistas, rubricas de evaluación, encuestas y talleres aplicados, se realizó la respectiva validación de los mismos con el director del presente trabajo de grado el Doctor Yair Alexander Porras Contreras.

Por otro lado en cuanto a la validación de los instrumentos que se tuvieron en cuenta para los dibujos presentados por la población de estudio, se tomaron como referencia autores mencionados en la sección de antecedentes (Izquierdo, 2015) y (Gillarranz, 2013-14) quienes en sus trabajos validan y analizan diferentes métodos de dibujos presentados por niños.

En cuanto a los instrumentos que se aplicaron en la parte de análisis fisicoquímicos se realizó la validación mediante la aplicación de procedimientos estandarizados por el IDEAM como por autores como Londoño et al (2010) en “Métodos analíticos para la evaluación y calidad de agua”, donde se realiza una presentación de todos los procedimientos validados, así mismo para la determinación de plomo en el junco se tuvieron en cuenta los procedimientos presentados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Métodos de Análisis de Tejidos Vegetales, desarrollados por Sadzawka R., A y otros (2007). Para tener más detalle sobre cada uno de los procedimientos véase los anexos 6 y 7 al final de este trabajo.

En la tabla 7 se recopilan los parámetros que se tuvieron en cuenta para la primera fase del estudio (fase indagatoria), en la cual se desarrolló una visita al Humedal donde se realizó un recorrido por el mismo para evidenciar las

condiciones en las que se encuentra tanto la entrada del cuerpo de agua como la zona donde se observa flora y fauna del mismo; para ello se realizó un informe donde se evidencia la situación actual que vive el Humedal. En la siguiente sesión se aplicó el instrumento número 1 de la presente investigación, se trataba de una entrevista semiestructurada que se realizó con cada uno de los participantes obteniendo información sobre su percepción acerca del ecosistema y su importancia.

**Tabla 7.** Primera Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca

FASES	ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	TIPO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	SESIONES
Fase indagatoria de secuencia didáctica	Recorrido por el Humedal	Identificar generalidades y estado en el que se encuentra el Humedal	Enfoque IAP	Observación	Informe	1
	Percepciones de la población "Guardianes del Agua"	Examinar las concepciones que tiene la comunidad del Humedal La Vaca acerca de la importancia de este ecosistema	Enfoque IAP	Entrevista Semiestructurada	Formato de cuestionario	1

Fuente: Elaboración de la autora

En la segunda fase (Caracterización del Humedal) se evidencian tres etapas importantes como se muestra en la Tabla 8 la primera de ellas se trata de la introducción a la enseñanza de la fitorremediación a la población muestra. En esta etapa se da inicio al segundo instrumento el cual se basa en la aplicación de un taller desarrollado mediante la muestra de un video acerca de fitorremediación y donde los participantes plasmaron mediante un dibujo el ecosistema desde su percepción; en esta misma sesión se realizó un juego de memoria para analizar la comprensión de los términos acerca de fitorremediación y todo lo que conlleva este proceso.

**Tabla 8.** Segunda Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca

FASES	ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	TIPO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	SESIONES
<b>Fase de caracterización del Humedal e implementación de secuencia didáctica</b>	Enseñanza de aspectos de fitorremediación con macrofitas en el Humedal	Fundamentar a la población acerca de los diferentes aspectos de fitorremediación que se presentan en el Humedal frente a la contaminación	Enfoque IAP	* Exposición * Demostración Práctica	* Taller * Prueba escrita y dibujo como informe	2
	Análisis químico de Agua	Determinación de características y variables físicas y químicas propias del cuerpo del agua del Humedal	Enfoque IAP	* Práctica de Laboratorio sobre análisis de agua del Humedal	Informe de Laboratorio	9
	Análisis físico y químico de la especie	Identificación de las características físicas y químicas de el biofiltro del Humedal	Enfoque IAP	* Práctica de Laboratorio características físicas de la planta * Práctica de Laboratorio determinación de metales pesados	Informe de Laboratorio	3

Fuente: Elaboración de la autora

Para culminar esta etapa, se retomó el video y se aplicó un tercer instrumento de relación de conceptos acerca de fitorremediación culminando así con una práctica de laboratorio de manera cualitativa en las instalaciones del Humedal, donde los participantes evidenciaron y reconocieron el sistema vascular del Junco mediante cortes transversales y longitudinales a la especie e identificando xilema y floema cuando la especie permanece en agua y cuando permanece en solución indicadora natural (Jugo de remolacha).

La segunda etapa de esta fase se centró en practicar el respectivo análisis químico al cuerpo de agua del Humedal, el objetivo principal se trataba de determinar y caracterizar diferentes variables físicas y químicas en el agua, para ello se realizaron nueve prácticas de análisis en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional; el muestreo se realizaba en el Humedal y se trasladaban a los laboratorios de la Universidad. Las pruebas físicas practicadas al cuerpo de agua fueron: Temperatura, conductividad, pH y propiedades organolépticas; por otro lado, las pruebas químicas practicadas caracterizaron el agua respecto a: sólidos totales, sólidos totales volátiles, sólidos totales fijos, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles, sólidos suspendidos fijos, acidez,

alcalinidad, dureza, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno y concentración de metales (Cr, Pb, Mn).

A su vez, en la tercera etapa donde se realizó el análisis a la planta, el objetivo que se tuvo en cuenta fue el de realizar una caracterización física de la misma y así mismo practicar un análisis químico por absorción atómica para determinar si la planta puede absorber metales pesados como el cromo, plomo y manganeso, esta etapa tuvo una duración de tres sesiones.

**Tabla 9.** Tercera Fase de recolección de datos en el Humedal La Vaca

FASES	ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	TIPO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS	INSTRUMENTO	SESIONES
<b>Fase de evaluación y análisis de secuencia didáctica</b>	Informe a la comunidad	Presentación de informe sobre análisis de agua y planta en laboratorios de UPN	Enfoque IAP	Exposición del estudio realizado al Humedal	Encuesta	1

Fuente: Elaboración de la autora

Finalmente, para la tercera fase (evaluación y análisis), como se evidencia en la Tabla 9 el objetivo principal de esta etapa se trató de la presentación del respectivo informe de las fases anteriores a la comunidad, mostrando la manera como se realizó el estudio ambiental del Humedal, y la forma como se pueden integrar los saberes ancestrales con los científicos y de esta manera aplicar un instrumento final para esta fase, donde la comunidad contestó una encuesta y de acuerdo a esta analizar los saberes obtenidos.

## CAPITULO IV. DISEÑO DE SECUENCIA DIDÁCTICA

Esta secuencia didáctica surge de la necesidad de enseñar diferentes aspectos científicos que se dan entorno a un ecosistema donde la comunidad trabaja para que se dé el correcto funcionamiento y preservación del mismo aplicando saberes netamente ancestrales; la idea central de la secuencia didáctica es integrar los dos tipos de saberes para que se complementen y la comunidad tenga un conocimiento más profundo para aplicar al Humedal, de esta manera sí observan que en el mismo se presenta algún fenómeno en específico, sepan la razón científica de dicho fenómeno.

Profundizando en las estructuras competenciales propuestas por Malik (2003) y que se especifican el capítulo II, para la secuencia didáctica se tienen en cuenta ciertos aspectos que la autora propone en lo referente a las creencias y actitudes, los conocimientos y por último las destrezas. Estos aspectos en la secuencia didáctica propuesta en este trabajo se manejaran como competencias, en la tabla 9, se evidencia el contraste y relación con el orden competencial propuesto por Malik.

**Tabla 10.** Organización de secuencia didáctica primera fase del estudio

FASE	COMPETENCIA	INDICADOR	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO	TÉCNICA
INDAGACIÓN DE PERCEPCIONES	SER	Describe las creencias frente a su herencia cultural	Recorrido por el Humedal	Registro descriptivo (Rúbrica)	Observación
		Recoge diferentes vivencias acerca del trasfondo cultural, sus experiencias y prácticas			
	SABER	Relata cómo la herencia cultural le hace tomar respeto por la naturaleza	Entrevista semiestructurada	Formato de cuestionario	Entrevista semiestructurada
		Predice los posibles aspectos que conllevan a la preservación del Humedal			
	HACER	Busca experiencias educativas en diferentes culturas para mejorar su comprensión	Dibujo	Escala tipo Likert	Solicitud de producto
		Aplica conocimientos ancestrales para interactuar con la naturaleza			

Fuente: Elaboración de la autora

En la tabla anterior se observan tres competencias básicas, que se contrastan con las propuestas por Malik, entonces, para el aspecto de creencias y actitudes en la

presente secuencia didáctica se tomará como competencia basada en el ser; para el aspecto del conocimiento se tomara como competencia basada en el saber y por ultimo para el aspecto de destrezas se tomara la competencia basada en el hacer.

Para la primera fase (Indagación de percepciones), en la competencia del ser se toman dos indicadores de desempeño para evaluar la etapa, en esta se realiza un recorrido de reconocimiento por el Humedal y en el mismo el grupo de niños “Guardianes del Agua” y acompañados por su líder la señora Dora Villalobos manifiestan diferentes experiencias. Entonces para el primer indicador la comunidad da a conocer las creencias que tiene sobre el ecosistema debido a la herencia cultural que ha sido transmitida por las personas que han venido trabajando para la recuperación del Humedal, así mismo se evidencian las diferentes vivencias de los niños y prácticas realizadas en el ecosistema; en medio del recorrido los niños manifiestan el respeto por las plantas y las diferentes especies que habitan temporal o permanentemente en el ecosistema; explican las pautas que se deben tener en cuenta cuando se ingresa a este espacio y la importancia que tiene no desechar diferentes residuos en el mismo.

Por otro lado, los niños exponen las actividades prácticas que realizan para la preservación, como realizar constantes rondas donde recolectan y limpian las diferentes zonas del Humedal, es así como se dirigen en grupos y con bolsas recogiendo materiales contaminantes, residuos que se encuentran en el agua y siguiendo rituales de respeto por la naturaleza, por ejemplo si se pretende tomar una planta los niños indican que se debe pedir permiso a la naturaleza y a la madre tierra, cuando se haya realizado este primer paso se puede proseguir a tomar la planta sin perjudicar a la especie.

Ya para la competencia que evalúa el saber se toman indicadores que sobre los conocimientos de los niños frente al funcionamiento del Humedal, estos indicadores se evalúan o monitorean mediante una entrevista semiestructurada donde la población manifiesta los diferentes agentes que ayudan a que se propicie el correcto funcionamiento del Humedal.

Por último, en la competencia del saber hacer se aplican los conocimientos ancestrales evaluando los conocimientos y percepciones que tienen los niños frente a su Humedal, allí mediante un dibujo dan a conocer dichas percepciones y sentimientos que presentan frente a este espacio.

Así mismo, en la segunda fase de la secuencia didáctica (Caracterización del Humedal) se pretende enseñar los parámetros fisicoquímicos que se presentan en el Humedal a los niños y demás población que se interesa por el funcionamiento del ecosistema, esto se realiza también con diferentes indicadores que se evalúan con instrumentos de trabajo, en esta parte se da introducción a

los aspectos científicos, allí los niños empiezan a relacionar los dos tipos de saberes y empiezan a comprender la función científica del junco como biofiltro; en esta fase los niños fueron los protagonistas realizando una prueba de laboratorio cualitativa, la cual se desarrolló en las instalaciones del Humedal. Por otro lado, debido a las condiciones de trabajo en la parte de análisis fisicoquímico de la secuencia didáctica se da una guía al docente para que pueda ser aplicada más adelante , pues para el presente estudio la población no pudo visitar los laboratorios de la Universidad para realizar las prácticas de laboratorio de análisis químico, pero mediante la misma secuencia se pretende enseñar de manera didáctica y con un lenguaje apropiado a la comunidad , el trabajo realizado en el laboratorio.

**Tabla 11.** Organización de secuencia didáctica segunda fase del estudio

FASE	COMPETENCIA	INDICADOR	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO	TÉCNICA
CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL	SER	Demuestra sus actitudes y creencias respetando las de los otros sin juzgarlas	Concentrece (Juego)	Prueba Escrita de Pareo	Observación
		Compone un pensamiento crítico frente a la sociedad dando ejemplo desde la ancestralidad			
	SABER	Integra saberes ancestrales junto con saberes científicos	Generalidades de Fitorremediación	Prueba Escrita de Pareo	Exposición
		Esquematiza nuevos saberes científicos comprendiendo funciones específicas de especies naturales			
	HACER	Fortalece su conocimiento caracterizando al ecosistema mediante experiencias educativas	Prueba de Laboratorio	Informe (Dibujo)	Práctica de Laboratorio
		Ilustra sus conocimientos y los comparte las caracterizaciones que desarrolla frente a la especie			

Fuente: Elaboración de la autora

En lo correspondiente a la competencia del ser se evalúan indicadores donde los niños exponen diferentes creencias y tradiciones mediante un juego, esta actividad se evalúa mediante una lista de cotejo donde se tienen en cuenta principalmente la forma cómo exponen dichas creencias y como respetan los demás saberes ancestrales de la comunidad. En lo concerniente a la competencia del saber se da paso a la introducción de aspectos científicos propios de la fitorremediación mediante la exposición y explicación de un video, seguidamente se evalúan

indicadores de la integración y relación de estos aspectos con los ancestrales y se procede a realizar monitoreo mediante una prueba escrita de pareo. Finalmente, y como se mencionó anteriormente en la competencia del saber hacer, los niños aplican los conocimientos y los colocan en práctica mediante una prueba de laboratorio cualitativa desarrollada en las instalaciones del Humedal, allí se evaluaron indicadores tales como el fortalecimiento del conocimiento sobre el ecosistema y la ilustración de los conocimientos adquiridos en la práctica mediante la presentación de un informe con dibujos.

**Tabla 12.** Organización de secuencia didáctica tercera fase del estudio

FASE	COMPETENCIA	INDICADOR	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO	TÉCNICA
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS	SER	Respeto conocimientos científicos y los integra a su comunidad	Pruebas de Laboratorio	Informes	Practica de Laboratorio (Análisis químico de agua y especie vegetal)
		Se interesa por el cuidado y preservación de su medio basado en hechos científicos			
	SABER	Selecciona instrumentos y procedimientos fitoquímicos para deducir hipótesis			
		Comparte su conocimiento científico obtenido con diferentes entes jerárquicos			
	HACER	Argumenta las hipótesis planteadas basándose en hechos comprobables	Informe de trabajo a la comunidad	Encuesta	Exposición
		Recomienda la importancia del intercambio de saberes científicos y saberes ancestrales			

Fuente: Elaboración de la autora

Por último, en la tercera fase de la secuencia didáctica (Evaluación y Análisis), en las competencias correspondientes al ser y al saber se realiza una presentación explicativa a la comunidad que trabaja para el mejoramiento del ecosistema, la presentación se enfoca en los análisis practicados al cuerpo de agua y a la especie que actúa como biofiltro en el Humedal, en este informe se explican y describen la metodología realizada en el laboratorio y los resultados arrojados en el mismo, de esta manera la comunidad relaciona estos aspectos científicos y los toma como saberes.

En cuanto a la competencia del ser, la comunidad respeta e integra los nuevos saberes que previamente tenía, lo que hace que se interese aún más por realizar diversas actividades para la preservación del medio, pero integrando los saberes

científicos pues aquí es donde se empieza a aplicar la competencia correspondiente al saber, pues al tener conocimientos científicos y relacionarlos con los ancestrales la comunidad empieza a seleccionar diferentes métodos fitoquímicos e implementarlos en el ecosistema, así mismo es capaz de compartir dichos conocimientos con otras personas.

Para terminar, en la competencia del saber hacer se evalúan los indicadores de toda la fase mediante la aplicación de una encuesta a la comunidad, pues en la misma la población está en la capacidad de argumentar hipótesis sobre hechos que son comprobables para finalmente intercambiar diferentes saberes con otros entes teniendo bases definidas sobre algún conocimiento en específico.

Los instrumentos que hacen parte del conjunto investigativo, y que precisan la secuencia didáctica se describen a continuación:

#### 4.1 Recorrido por el Humedal La Vaca

Con este instrumento se precisó el estado en el que se encontraba el Humedal, se realizó un recorrido por el mismo, identificando las zonas que presentan más contaminación, como se mencionó anteriormente el Humedal está dividido en dos sectores, para el presente estudio se trabajó en el sector norte del mismo; allí, se encuentra que el ingreso de agua se da por el lado norte del Humedal, donde limita con la Avenida Agoberto Mejía y con Corabastos.

#### 4.2 Entrevista semiestructurada

Con el objeto de examinar e identificar las concepciones que tiene la población que hace parte de la comunidad aledaña al Humedal acerca de la importancia de este ecosistema, se utilizaron una serie de preguntas que han sido formuladas con anterioridad para dar inicio a una entrevista semiestructurada, donde surgen preguntas espontáneas permitiendo flexibilidad en la obtención de la información, primero obteniendo la información más relevante y seguidamente con las preguntas abiertas recibir más matices de la respuesta, entrelazando temas (figura 14).

Ana: Aun así, a pesar de saber que está bien podemos encontrar contaminación acá en el Humedal Laura: Si Ana: Me quieres explicar Laura: Puede encontrar contaminación en la parte... en la parte lejos de aquí, donde solo está el lago sucio, porque hay ambulantes que botan pura basura
--

**Figura 14.** Apartado de entrevista semiestructurada a integrantes de “Guardianes del Agua”

Fuente: Entrevista Semiestructurada aplicada a comunidad de Humedal La Vaca

Al requerir mayor atención por parte del investigador lo que se realizó fue grabar las entrevistas mediante audios, de esta manera se pueden encauzar y estirar los temas sin perder los detalles que el entrevistado arroja (Ver anexo 2).

#### 4.3 Dibujo del Humedal

Mediante este instrumento los niños dan a conocer la importancia que tiene el Humedal en su vida cotidiana y en el contexto social, la manera como se relacionan para trabajar en la preservación del ecosistema y mostrar también los diferentes factores por los cuales ellos creen que el Humedal está contaminado describiendo en algunos casos la importancia que tiene el junco en el mismo. Los dibujos presentados por los niños se pueden evidenciar en la imagen 1 del anexo 3.

#### 4.4 Introducción a la fitorremediación (Taller)

Con el ánimo de que los niños pertenecientes al grupo “Guardianes del Agua” comprendieran la razón por la cual existe una zona juncal en su Humedal, se realizó una sesión sobre el tema de la fitorremediación con plantas macrofitas o emergentes, mediante la muestra de un video, para luego realizar una explicación y contestar diferentes interrogantes. De esta manera la población profundizó un poco más sobre el tema, ya que los niños tenían conocimiento sobre el junco y sabían que esta planta ayuda al Humedal pero no conocían la razón científica de su función en el ecosistema. A continuación se dio aplicación al siguiente instrumento de la presente investigación (ver anexo 4); se trataba de un taller que comprendía los temas vistos en el video, se desarrolló por grupos donde relacionaron diferentes términos sobre la fitorremediación

#### 4.4 Introducción a la fitorremediación (Demostración práctica)

En esta sesión, se dio lugar a la formación de grupos de no más de 4 niños, se describió la demostración pues debido al contexto no se tuvo acceso a un laboratorio formal, por lo cual la práctica se desarrolló en las instalaciones del Humedal como se observa en las imágenes presentes en el anexo 5. La práctica se desarrolló con el junco presente en el Humedal, donde los niños observaron el sistema vascular de la planta mediante diferentes cortes y pigmentaciones.

#### 4.5 Análisis fisicoquímico al cuerpo de agua

Para esta etapa de la investigación se desarrolló todo lo pertinente a prácticas de laboratorio con muestras de agua propias del Humedal, el análisis total de las muestras se desarrolló en nueve sesiones en los laboratorios de la Universidad

Pedagógica Nacional. Para la realización de las mismas se siguieron diferentes protocolos de trabajo que se pueden evidenciar en el anexo 6, este análisis arrojó resultados que son descritos más adelante en el capítulo 5. El propósito de esta actividad es realizar el análisis pertinente de los resultados para luego presentarlos y explicarlos a la comunidad.

#### 4.6 Análisis físico y químico del Junco

Para realizar un correcto estudio del funcionamiento del junco en el Humedal La Vaca, es necesario realizar un análisis de la especie vegetal, para ello se tomaron muestras de la planta en el Humedal y se analizaron en tres sesiones en los laboratorio de la misma Universidad; se realizó una caracterización física contrastándola con la literatura, por otro lado se practicaron análisis de absorción atómica a la planta (Ver anexo 7). El propósito principal de esta etapa es evaluar el funcionamiento de la planta que ayuda a depurar el agua que ingresa al Humedal.

#### 4.7 Informe a la Comunidad

La aplicación de este instrumento se llevó a cabo en una sesión, donde se presentó a la comunidad del Humedal los análisis y resultados de las muestras del ecosistema. Mediante un lenguaje científico adecuado para la edad de la población, se brindó la información para que de esta manera la comunidad (en su mayoría niños) comprenda la función del biofiltro del Humedal y de esta manera complementen los saberes ancestrales que ya poseen con anterioridad y los fundamenten con los nuevos saberes científicos adquiridos. Para ello, se aplicó una encuesta a la comunidad y a los diferentes entes que hicieron parte del proceso entre ellos personal del acueducto, secretaria de ambiente, padres de los niños y personas que residen cerca al Humedal; con la encuesta se busca identificar sí las personas que trabajan por el Humedal obtuvieron nuevos saberes científicos y comprendieron la función fisicoquímica realizada por el junco (Ver anexo 8).

## CAPITULO V. INFORMACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con el propósito de realizar una descripción del trabajo práctico desarrollado en las instalaciones del Humedal La Vaca y en los laboratorios de la Universidad Pedagógica Nacional, en la sección de anexos se precisan los instrumentos y procedimientos que se tuvieron en cuenta para el estudio ambiental y lograr comprender la acción que cumple el junco como biofiltro en la depuración del agua del Humedal y de esta manera mantener el equilibrio del ecosistema a pesar de la contaminación presente en el mismo.

A continuación, en la tabla 13 se presenta la organización de los resultados y el orden en que se presentan, esto con el fin de facilitar al lector la explicación de los mismos.

**Tabla 13.** Organización de resultados de la investigación

Fase del proyecto	Instrumento	Especificidad del instrumento
Percepciones sobre el Humedal	Recorrido por el Humedal	Anexo 1
	Entrevista semiestructurada	Anexo 2
	Dibujo del Humedal	Anexo 3
Caracterización del Humedal	Taller introductorio a la fitorremediación	Anexo 4
	Practica de laboratorio cualitativa	Anexo 5
Evaluación y Análisis	Análisis fisicoquímico al cuerpo de agua	Anexo 6
	Análisis fisicoquímico al Junco	Anexo 7
	Encuesta final	Anexo 8

Fuente: Recopilación de instrumentos aplicados en la investigación

En la secuencia didáctica propuesta para este trabajo se exponen las diferentes prácticas de laboratorio, para el caso de la experiencia práctica que desarrollaron los niños, no se requirieron las instalaciones de la Universidad debido a que se trató de pruebas cualitativas, sin embargo para los diferentes análisis químicos practicados tanto al cuerpo de agua como a la especie vegetal, sí fue necesario utilizar dichas instalaciones a las cuales los niños no pudieron asistir, por ello se describen los procedimientos y el trabajo de laboratorio para que futuramente se puedan replicar estos ensayos y ampliar un poco más el presente trabajo. Es por ello que se da a conocer esta etapa del proyecto a la comunidad mediante una exposición precisa como se ha mencionado en epígrafes anteriores.

En el presente capítulo se resaltan los resultados, estadística, y análisis correspondientes a todos los instrumentos aplicados para la realización del estudio ambiental, pues mediante estos aspectos se da evidencia del buen desempeño

del método y muestra la aplicación de los diferentes conocimientos obtenidos por parte de la investigadora a lo largo de la carrera académica, utilizando y dando explicación a diferentes agentes encontrados en el desarrollo de la investigación.

Para la presentación de los resultados y análisis se seguirá el orden de las fases metodológicas propuestas en la secuencia didáctica.

## 5.1 Fase de Indagación de percepciones

### 5.1.1 Recorrido por el Humedal

#### Información

En este primer instrumento se tuvieron en cuenta las generalidades observadas durante el recorrido. En la tabla 1 del anexo 1 se presenta la rúbrica en la que se consignaron los diferentes indicadores evidenciados en el recorrido, y el informe de campo presente en el mismo anexo.

#### Análisis

Mediante el instrumento del recorrido se identificaron las competencias interculturales a evaluar en los niños. De acuerdo con los saberes ancestrales que son manifestados por los mismos y como lo expone Bustos (2014) en las tres dimensiones que permiten visualizar la relación existente entre una cultura y un territorio, los niños como seres humanos se están incorporando dentro de un territorio en este caso es el Humedal utilizando los recursos naturales que el mismo ofrece. Basándose en lo anterior, en la tabla 14 se exponen dos de los indicadores que se tuvieron en cuenta para evaluar las percepciones de la comunidad en el recorrido, pues para la competencia del **ser**, se cumplen en un valor medio indicadores respecto a que se describen las creencias frente a la herencia cultural que ha sido transmitida por otras generaciones. Por otro lado y observando la segunda dimensión que el mismo autor expone, frente a que el territorio es entendido como la relación de prácticas culturales, en esta parte se evidencian rituales donde se expresan diferentes vivencias en el marco del trasfondo cultural como experiencias y hábitos realizados para la preservación del ecosistema.

**Tabla 14.** Indicadores competenciales en la indagación de percepciones

Indicador	Alto	Medio	Bajo
La población describe creencias frente a la herencia cultural		X	
La población expresa vivencias, experiencias y practicas	X		

Fuente: Fragmento de rubrica de evaluación para recorrido del Humedal (Anexo 1)

Por su parte, para la última dimensión donde el objeto principal es que el territorio adquiere importancia en la medida en que la comunidad lo integra a su vida cultural, se evidencian competencias relacionadas con el **saber** y el **hacer** en un grado alto de la escala que se brindó a los indicadores. Para la primera competencia que tiene que ver con conocimiento, se evidenciaron indicadores frente a las acciones que la herencia cultural realiza pues la misma les hace tomar respeto por la naturaleza integrando diversos saberes, esto se evalúa mediante las diferentes opiniones dadas por los participantes cuando exponen los rituales que se deben llevar a cabo para realizar procedimientos específicos en el ecosistema.

Por último, para la segunda competencia que habla del hacer, los niños dan evidencia de que buscan experiencias educativas en diferentes culturas, un ejemplo de esto es la conformación del grupo “Guardianes del Agua” donde mejoran la comprensión del buen funcionamiento del Humedal y ponen en práctica los diferentes saberes obtenidos para preservar el lugar.

#### 5.1.2 Entrevista semiestructurada





##### Información

Con la entrevista semiestructurada, existe la posibilidad de indagar más allá de la pregunta inicial que se formula, con este instrumento se puede profundizar un poco más a partir de la primera respuesta que arroja el entrevistado. Así mismo para evaluar las percepciones que la población tiene sobre la contaminación del Humedal se realizó una rúbrica de evaluación a los indicadores teniendo en cuenta las competencias interculturales presentadas; para evaluar los indicadores se asignó a cada una de las respuestas un puntaje (regular=1, bueno=2, excelente=3) como se evidencia en la figura 15, se hace la identificación del indicador y a continuación se asigna el puntaje. A continuación se diseñó una tabla en la que se organizan las respuestas, mediante esta se obtuvieron los porcentajes de las percepciones de los niños que posteriormente se expresaron mediante una gráfica. Lo anterior se puede precisar en el instrumento N°2 presente en el anexo 2.

##### Análisis.

Mediante la entrevista semiestructurada se pudo evidenciar la competencia comunicativa intercultural, tomando como referencia el modelo propuesto por Byram (2009). El 40% de la población frente a la competencia del **ser** (*indicador 1*) tiene la capacidad de describir las creencias frente a su herencia cultural, lo que quiere decir que la mayoría de los niños aplica los saberes ancestrales que han sido transmitidos a través de generaciones, en la figura 15 se observa un fragmento de la entrevista aplicada, allí se evidencian en los indicadores

identificados actitudes interculturales mediante diferentes opiniones que proporcionan los entrevistados y es de notar que la competencia se está desarrollando de forma correcta pues se están compartiendo los anteriores saberes con otras culturas y así mismo dando apertura a la curiosidad, lo que para Byram es la base de la competencia intercultural.

<p><b>Francy:</b> Bueno, ehh... un Humedal para mí es un espacio de vida, espacio donde, un espacio que cumple varias funciones que... digamos que una de ellas es evitar que... ehh... las inundaciones, ehh... regular el cambio climático, ehh... recibir varias especies de aves que llegan acá y las nativas también. Ehh... es un espacio donde se ayuda a que la ciudad tenga un aire más limpio y pues que todos nos favorezcamos de él.</p>	<p> <b>IDENTIFICACIÓN DE INDICADOR</b> <b>SER:</b> Recoge diferentes vivencias acerca del trasfondo cultural, sus experiencias y práctica (2)</p>
<p><b>Ana:</b> Es decir ¿Por qué lo consideras importante? O ¿Qué importancia tiene este Humedal aquí?</p>	<p> <b>IDENTIFICACIÓN DE INDICADOR</b> <b>SER:</b> Describe las creencias frente a su herencia cultural (3)</p>
<p><b>Francy:</b> Ehh... pues es un espacio donde todos, digamos los habitantes que estamos se pueden favorecer porque pues es un espacio de vida y tenerlo cerca pues digamos que es bueno porque pues como te digo respiras un aire más limpio, no tan pesado como el que se encuentra normalmente en una ciudad, ehh... [un espacio donde también te puede llenar de mucha sabiduría y conocer sobre él.]</p>	<p> <b>IDENTIFICACIÓN DE INDICADOR</b> <b>SABER:</b> Relata cómo la herencia cultural le hace tomar respeto por la naturaleza (1)</p>
<p><b>Ana:</b> Listo Francy, ehh... la siguiente pregunta es ¿En qué condiciones tu conociste el Humedal?</p>	<p> <b>IDENTIFICACIÓN DE INDICADOR</b> <b>HACER:</b> Busca experiencias educativas en diferentes culturas para mejorar su comprensión (1)</p>
<p><b>Francy:</b> Yo... [lo conocí pues en un estado bien, ya estaba recuperado cuando llegue acá, eso fue hace más o menos cinco años y pues ya había pasado digamos como todo el momento de recuperación que hizo Dorita.]</p>	

**Figura 15.** Apartado de entrevista semiestructurada a una integrante de “Guardianes del Agua”

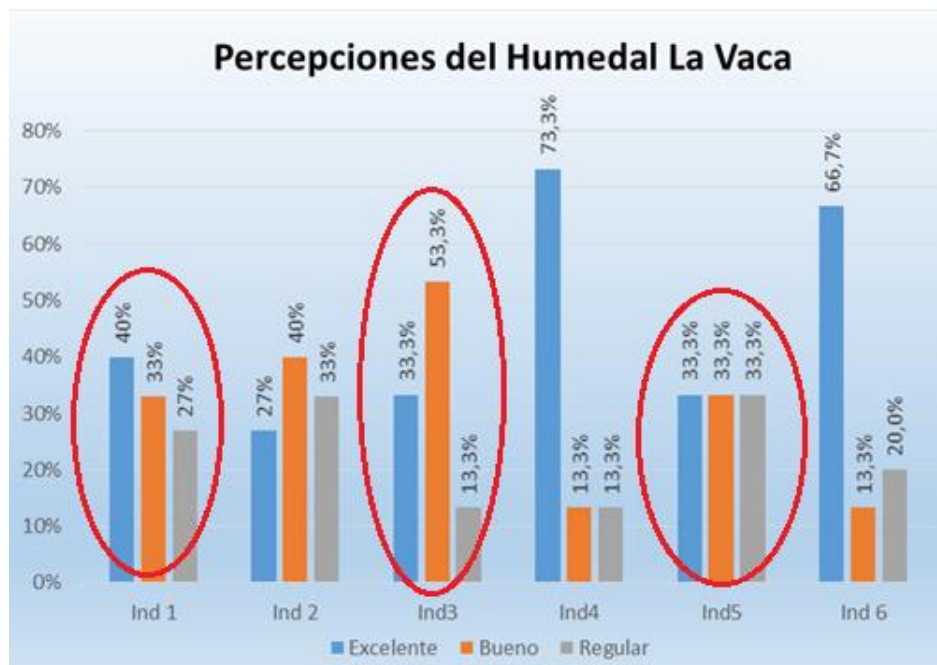
Fuente: Entrevista Semiestructurada aplicada a comunidad de Humedal La Vaca

Por otro lado, cuantificando la competencia correspondiente al **saber** (*indicador 2*), el 53,3% de la población reconoce las enseñanzas ancestrales aplicándolas en la naturaleza, lo anterior hace referencia a uno de los cinco valores de la competencia intercultural propuestos por el autor, en este caso se evidencia el valor referente al conocimiento; al ser en su gran mayoría la población que posee este valor se evidencia que se fortalece la competencia sociolingüística del modelo donde los niños aplican principalmente los conocimientos adquiridos en la parte correspondiente al trabajo de campo y a empezar a crear una conciencia cultural crítica, pues los niños manifiestan que la contaminación en su Humedal se da principalmente por los desechos que son arrojados por parte de personas externas al mismo.

Finalmente, para evaluar la competencia del **hacer** (*indicador 3*) por parte del grupo “Guardianes del Agua”, en los mismos se evidencia que el 33.3% realiza un intercambio de saberes para luego aplicarlos a la preservación del Humedal. Mediante este indicador se pueden precisar factores concernientes a las habilidades que tienen que ver con la interpretación y la relación, mediante estas se infiere que aunque una parte de la población las está desarrollando de manera adecuada (33.3%), la población restante aún no tiene desarrollada la parte de interpretación y se torna más compleja la relación de los saberes con los demás a pesar de que ya poseen las habilidades de descubrimiento e interacción. Lo anterior, para el modelo de Byram se entiende como la competencia discursiva y

que da a entender que la población que posee esta competencia lo desarrolla en gran parte mediante el aprendizaje independiente, pues toman más interés por las actividades a realizar frente a la preservación del ecosistema y al poseer la habilidad discursiva son capaces de trasmitirla a la población que aún no tiene dicha habilidad.

**Gráfica 1.** Percepciones del grupo “Guardianes del Agua” por indicadores de competencias interculturales



En la gráfica 1 se evidencian los porcentajes de las percepciones del Humedal cuantificados mediante indicadores como se mencionó anteriormente para los indicadores 1, 3 y 5, así mismo se puede evidenciar que existen en total seis indicadores y en los cuales se miden los porcentajes del alcance de competencias interculturales (ser, saber, hacer) por parte de la población objetivo, tanto en el indicador 2, 4 y 6 se evidencian resultados correspondientes a una alcance excelente y bueno respecto a que la población recoge diferentes vivencias acerca del trasfondo cultural, sus experiencias y practicas; predicen los posibles aspectos que conllevan a la preservación del Humedal y aplican los conocimientos ancestrales para interactuar con la naturaleza.

### 5.1.3 Dibujo del Humedal

#### Información

Pretendiendo analizar las percepciones que los niños tienen frente a la contaminación y preservación que se ha llevado a cabo en el Humedal, mediante

dibujos se identificaron diferentes aspectos que los niños expresan con los trazos. Para ello se diseñó una rúbrica o escala tipo Likert para cuantificar las percepciones que se tiene sobre la contaminación presente en el ecosistema y las prácticas que conllevan a su preservación. En la tabla 1 del anexo 3 se pueden evidenciar con más precisión los indicadores que se tuvieron en cuenta para evaluar los aspectos que los niños muestran en sus dibujos para expresar su Humedal y en la gráfica 1 del mismo anexo se pueden detallar los porcentajes que miden los indicadores propuestos.

#### Análisis.

Mediante este instrumento se puede realizar seguimiento a la competencia III propuesta por Malik (2003), donde se precisan las estrategias que son culturalmente apropiadas, pues mediante la misma se evidencia en los dibujos plasmados por los niños que respecto a las creencias y actitudes que hacen parte de la competencia del **ser**, el 60% de los niños ven su Humedal como un lugar limpio (Figura 16) en las zonas donde se ellos realizan actividades de preservación y lo ven en muchas ocasiones como un segundo hogar respetando las creencias y actitudes que se vivencian en el ecosistema pues todos hacen parte del mismo universo.

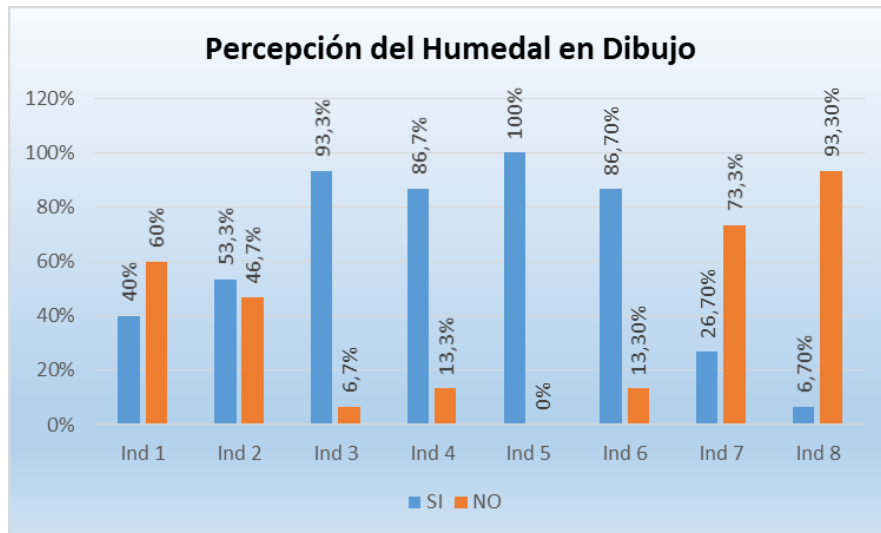


**Figura 16.** Dibujo del Humedal La Vaca en estado limpio y preservado  
Fuente: Dibujo proporcionado por integrante por “Guardianes del Agua”

Así mismo, para la competencia que tiene que ver con el **saber** que indica la parte del conocimiento, los niños en su gran mayoría manifiestan conocer las causas de la contaminación del Humedal plasmando aguas oscuras y contaminadas, reflejando así mismo en sus dibujos diferentes cuerpos solidos que propician el deterioro del ecosistema; por estas razones y teniendo en cuenta las

actitudes competenciales que propone Malik se identifican en los niños diferentes alternativas que proponen para sopesar dicha contaminación pues muchos de ellos identifican y describen prácticas de ayuda mediante roles positivos, y esto se evidencia en que muchos de ellos se dibujan realizando prácticas de recolección de basuras.

**Gráfica 2.** Percepciones del Humedal mediante dibujos



En consecuencia, lo anterior indica que la competencia concerniente al **hacer** se está desarrollando de buena manera pues los niños mediante este grupo, fomentan sus experiencias educativas y mejoran las diferentes técnicas y saberes mediante los saberes que son transmitidos por personas que tienen un conocimiento más profundo sobre ancestralidad; así mismo mediante los dibujos se evidencia que le dan importancia a su humedal enfocándose en los saberes que han sido captados, pues basándose en la competencia III de la autora, los niños están implementando respuestas de ayudas de tipo verbales y prácticas que para esta última no temen en preguntar a líderes de su comunidad cuando se presentan dudas sobre las destrezas a aplicar.

Mediante los dibujos se evidenció que los niños tienen en cuenta la zona antes y después del biofiltro (indicador 2), así mismo siempre dibujan biodiversidad en el ecosistema (indicador 3), pues este factor les parece indispensable para que se desarrolle el equilibrio en el ecosistema. Por otro lado la presencia de color (indicador 4) es notoria en la mayoría de dibujos lo que se interpreta mediante Gilarranz (2013-14) como un aspecto positivo pues los niños expresan sentimientos de alegría y amor por su ecosistema, mientras que para los que no plasman colores, indica ansiedad y agresividad, estos dos aspectos son

entendibles de acuerdo al entorno que los niños pretenden describir, pues estos colores los ubican generalmente en la zona contaminada del Humedal o en zonas donde personas externas al Humedal pretenden destruir al mismo. Así mismo para el indicador cinco, donde todos los niños concuerdan en que el agua está limpia después del biofiltro, dibujando el junco como biofiltro (indicador 6), dibujando en su mayoría personas preservando el ecosistema (indicador 7) y muy pocas personas destruyéndolo (indicador 8).

## **5.2 Fase de Caracterización del Humedal**

### 5.2.1 Introducción a la fitorremediación (Taller)

#### Información

Para dar introducción a la fitorremediación se realizó la muestra de un video para contextualizar a la población, posteriormente se dio la explicación pertinente al tema y se complementó mediante un juego (ver imágenes en anexo 4). Para evaluar el aprendizaje de los niños frente a este tema se dio paso a la evaluación del mismo mediante un taller de pareo donde demostraron sus conocimientos, en la tabla 1 del anexo 4 se indican las respuestas acertadas y las fallidas por parte de los grupos de trabajo y en la gráfica 1 del mismo anexo se evidencian los porcentajes de comprensión que tiene la población frente al tema de fitorremediación, donde a las respuestas se les da la convención de R con el respectivo orden numérico que se observa en la tabla 1 de arriba hacia abajo y donde las barras azules representan las respuestas correctas y las barras naranjas las respuestas incorrectas por parte de la población.

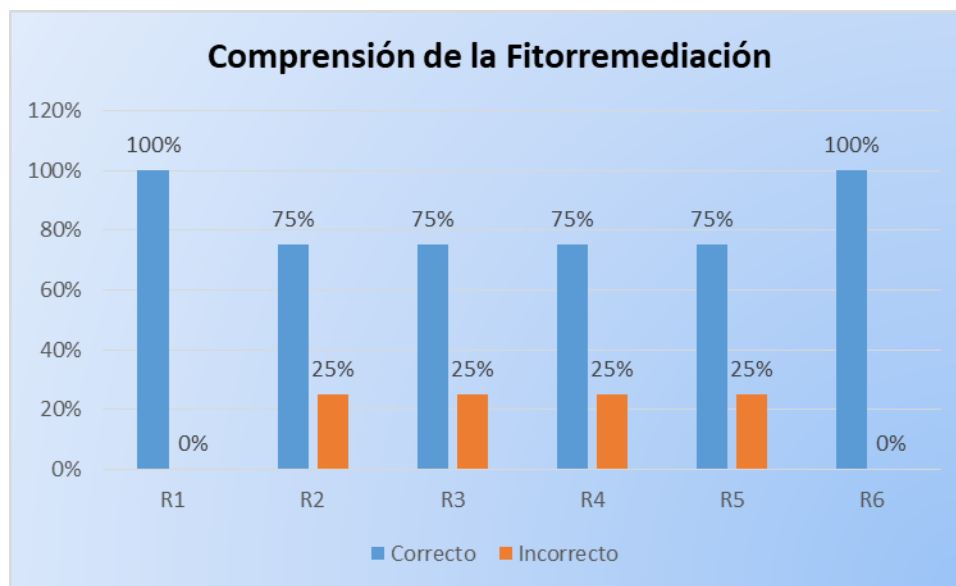
#### Análisis.

En general las respuestas arrojadas por los grupos fueron en su gran mayoría de tipo correcto (ver grafica 3), lo que indica que los niños tienen claro que el método de la fitorremediación implica costos muy bajos para que se propicie la depuración del agua en el Humedal, así mismo que las plantas emergentes cumplen con un servicio principal en la depuración del cuerpo de agua y que suministran oxígeno al suelo absorbiendo por otro lado materia orgánica y diferentes metales.

Las afirmaciones anteriores dan muestra de que la población puede empezar a relacionar aspectos ancestrales con aspectos de sustentabilidad para su entorno. Mediante este instrumento se evidencian las tres dimensiones de sustentabilidad postuladas por Dillard, Dujon y King (2009), pues claramente se ven entrelazados los aspectos sociales en cuanto a las actividades que realizan los niños integrando diferentes personas a su comunidad para trabajar en sociedad y uniformidad para el desarrollo de objetivos, aquí se observa la vivencia socialmente sostenible tanto

en el presente como en el futuro. El aspecto ambiental también se resalta, respetando la naturaleza mediante diferentes prácticas de preservación a lo largo del tiempo, lo que conlleva a una perspectiva ambientalmente sostenible. Por último al identificar en la depuración con plantas emergentes costos bajos también sobresale el aspecto económico pues se puede establecer equilibrio de una manera que es económicamente sostenible.

**Gráfica 3.** Comprensión de conceptos de fitorremediación por “Guardianes del Agua”



Por último en lo concerniente a las competencias que tienen que ver con el **ser**, el **saber** y el **hacer** el instrumento propicia el fortalecimiento de las mismas en cuanto a que los niños formulan opiniones y respetan las de los demás, así mismo integra saberes ancestrales con los científicos fortaleciendo su conocimiento mediante experiencias educativas, comprendiendo de esta manera las relaciones existentes para la fitodepuración que tiene costos muy bajos (R1), que el servicio de las plantas acuáticas es principalmente la depuración de agua (R2), que las plantas acuáticas en su mayoría son las plantas que suministran oxígeno al suelo (R3), que las plantas tienen la facultad de absorber materia orgánica (R4) y elementos como el nitrógeno y fósforo (R5) entre otros, finalmente que las plantas usadas para depurar el agua son llamadas macrófitas (R6).

### 5.2.2 Introducción a la fitorremediación (Demostración práctica)

#### Información

Para el desarrollo de la práctica se proporcionó a los grupos conformados, materiales para observar diferentes aspectos fisiológicos del junco, principalmente el sistema vascular de la especie. Se realizó la explicación pertinente al tema

mediante dibujos contenidos en una colección de fisiología vegetal proporcionada por la investigadora (ver anexo 5) y finalmente se solicitó a los grupos de trabajo un informe de lo observado en la práctica, para ello los niños plasmaron sus observaciones mediante dibujos presentes en el mismo anexo 5 al igual que el informe, el cual se cuantifica mediante la tabla 1 y la gráfica 1.

Análisis.

Mediante este instrumento se dio paso a implementar lo que Cid (2005) expone cuando habla sobre el potencial educativo de los Humedales, en esta parte se utilizó el Humedal como un “laboratorio de biodiversidad” (ver figura 17) pues se logró evidenciar el aprendizaje que los niños obtuvieron a través de la práctica cualitativa realizada al biofiltro del Humedal dando paso al conocimiento de procesos ecológicos y completando lo anterior mediante un “laboratorio social” pues en él se efectúan relaciones ancestrales.



**Figura 17.** Práctica cualitativa a Biofiltro del Humedal  
Fuente: Imágenes captadas en sesión de práctica

En esta fase de se evalúa la competencia que propone Malik (2003), la cual expone la conciencia que se tiene de sus propios valores y prejuicios frente a una nueva cultura, en este caso la científica; en lo concerniente al **ser** los niños toman conciencia acerca del trasfondo cultural que implica dar explicaciones científicas a las practicas ancestrales que han venido desarrollando; para el **saber** los niños dan muestra de los nuevos saberes obtenidos mediante los dibujos que realizan, pues en su gran mayoría logran comprender la composición y morfología de la planta. Finalmente en cuanto al **hacer** la mayoría de ellos (75%) aprenden a diferenciar el corte transversal y longitudinal en el tallo de la especie, esto se logra mediante la integración de experiencias educativas y formativas para fortalecer los saberes científicos nuevos para la comunidad.

### 5.3 Fase de evaluación y análisis

#### 5.3.1 Análisis fisicoquímico al cuerpo de agua

##### Información

Esta sección se divide en dos partes, pues al cuerpo de agua del Humedal La Vaca se le practicaron análisis de tipo físico y químico, a continuación se presenta el análisis de cada uno de ellos. Adicional a esto para precisar los procedimientos realizados en el laboratorio, cálculos para determinaciones y estadística ver anexo 6.

- Análisis Físico

Teniendo en cuenta los parámetros para la calidad del agua que exponen Londoño, Giraldo y Gutiérrez (2010) y los que expone el Ministerio de Ambiente de Colombia (2015) para vertimientos puntuales a cuerpos de agua, en el análisis físico que se realizó al cuerpo de agua del Humedal, se observa que el agua en mayor condición de contaminación se encuentra antes de pasar por el biofiltro del Humedal, pues debido al gran contenido de sólidos presentes en el líquido este presenta una coloración oscura, por lo que se perciben olores fuertes debido a la cantidad de compuestos orgánicos, vegetación en descomposición y posibles sulfuros y sales.

Por otro lado, en el cuerpo de agua que se encuentra después de pasar por el biofiltro se evidencia un menor grado de contaminación respecto a los parámetros físicos evaluados. Como se evidencia en las comparaciones de los valores presentados en el anexo 6, se observa que el agua de esta zona del Humedal tiene una coloración más clara, olores tolerables a los sentidos y así mismo una clara disminución de sólidos contenidos en el agua como se observa en la tabla 15.

**Tabla 15.** Características organolépticas del cuerpo de agua del Humedal

<b>ANTES DE PASAR BIOFILTRO</b>	<b>Características</b>	<b>Observaciones</b>	<b>DESPUÉS DE PASAR BIOFILTRO</b>	<b>Características</b>	<b>Observaciones</b>
	Olor en frío	Sulfuro de hidrógeno		Olor en frío	moho/humedad
	Olor en caliente	Sulfuro de hidrogeno		Olor en caliente	Leve olor a lodo
	Color	Amarillento		Color	Incolora
	Sedimento	Abundante		Sedimento	Muy ligero

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de análisis en laboratorio

Del mismo modo y para finalizar el análisis físico al cuerpo de agua del Humedal, en lo que respecta al pH, este se encuentra dentro de los parámetros normales según la tabla 6 (ver anexo 6) donde se exponen los parámetros normales para el pH y la temperatura del agua. Adicional a esto, otro parámetro como la conductividad, presenta gran diferencia como se refleja en el paralelo que se encuentra en el mismo anexo, tabla 3; esta diferencia de conductividad se presenta debido a los sólidos que están presentes en el agua de las diferentes zonas a evaluar en el Humedal, al contener mayor cantidad de sólidos el agua antes del biofiltro se presenta menor conductividad que la que presenta el agua luego de pasar el biofiltro, sin embargo estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles que referencian Londoño et al. (2010)

Lo anterior, da muestra del correcto funcionamiento del Junco como biofiltro en el Humedal respecto al ámbito físico, pues al realizar el comparativo entre las muestras de agua se evidencia que la planta emergente es la responsable de filtrar los sólidos suspendidos en el agua que es lo que propicia mayor contaminación en el líquido, como se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16.** Cuantificación de sólidos contenidos en el cuerpo de agua del Humedal

<b>CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL CUERPO DE AGUA DEL HUMEDAL LA VACA</b>		
<b>PARAMETRO</b>	<b>AGUA ANTES DEL BIOFILTRO</b>	<b>AGUA DESPUÉS DEL BIOFILTRO</b>
Sólidos Sedimentables (SSED)	4,7 mL/L	2,62 mL/L
% de Remoción (SSED)	44,25%	
Sólidos Totales (STT)	285 mg/L	115 mg/L
% de Remoción (STT)	59,65%	
Sólidos Totales Volátiles (STV)	70 mg/L	30 mg/L
Sólidos Totales Fijos (STF)	215 mg/L	85 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	23 mg/L	12 mg/L
% de Remoción (SST)	47,82%	
Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	12 mg/L	8 mg/L
Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)	11 mg/L	4 mg/L

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de análisis en laboratorio

- Análisis Químico

Para el caso de la acidez y la alcalinidad estos ayudan a corroborar el pH que tienen las muestras de agua, es decir profundizan un poco más sobre el mismo. Para este primer parámetro Londoño et al. (2010) Exponen que el principal causante de la acidez en las aguas se debe al contenido de  $\text{CO}_2$ , pues el mismo se introduce de la atmosfera cuando la presión parcial del gas en el aire es mayor a la del agua; en el caso del Humedal la acidez se evidencia en mayor proporción en el agua que se encuentra antes del biofiltro, pues luego de pasar por el mismo el parámetro toma un menor valor. Así mismo se evidencia en la alcalinidad de las muestras, pues luego de que el agua pasa por el biofiltro el valor de este parámetro disminuye. Para el caso del Humedal se evidencia que la alcalinidad que posee este cuerpo de agua se debe principalmente a la presencia de bicarbonatos, que se forman por la acción del  $\text{CO}_2$  sobre los materiales básicos. Por lo anterior, si el agua posee gran contenido de acidez también poseerá gran contenido de alcalinidad, pues mediante esta se neutralizan los ácidos.

La acción efectiva de la captura de  $\text{CO}_2$  por parte del junco es evidente, pues en el estudio realizado con la misma especie en los Humedales de Puerto Viejo en Perú por Palomino y Cabrera (2008), se determinó que la especie junto con la totora son las que más capturan este gas. Entonces, al evidenciar menor contenido de acidez y alcalinidad en el agua que pasa por el biofiltro, se puede afirmar que el junco está absorbiendo gran porcentaje de  $\text{CO}_2$  y así mismo evitando la formación de bicarbonatos, proporcionando de esta manera una corriente acuífera con mayor inocuidad para los seres vivos.

Esto mismo ocurre con la dureza del cuerpo de agua del Humedal, pues al contrastar los valores arrojados entre el análisis y los valores estipulados para definir la dureza (tabla 5 del anexo 6) se observa que el agua que posee el Humedal es suave, debido a la misma presencia de bicarbonatos. Basándose en lo que expone Londoño et al. (2010), la dureza puede variar de un lugar a otro y así y esto se debe a las formaciones geológicas del suelo. Al evidenciarse mayor dureza en el agua antes del biofiltro se infiere que esto puede ser originado por el contacto del agua con el suelo de formación rocosa y en áreas del suelo donde la capa del mismo es muy gruesa y hay presencia de calizas, adicional a esto que la planta posiblemente retenga parte de los iones de calcio y magnesio presentes en el agua.

No obstante, para empezar a medir el grado de contaminación presente en el agua del Humedal, se practicaron análisis correspondientes a oxígeno disuelto,

pues según el IDEAM (2004), este parámetro es un factor importante para la respiración de los microorganismos aerobios así como para otras formas de vida no aerobias, siendo los sólidos presentes en el agua un factor determinante en la cantidad que se presente de oxígeno. En el Humedal La Vaca se observa que el oxígeno disuelto se encuentra en mayor proporción en el agua que se encuentra después de pasar por el biofiltro como se evidencia en la tabla 17. Lo anterior indica que hay mayor grado de contaminación en la zona antes de pasar por el biofiltro, pues se evidencia menos oxígeno disuelto en ella que en el agua luego de pasar por el biofiltro; esto se debe principalmente a los sólidos disueltos en el agua, pues al ser mayor su contenido en el agua de la zona anterior a los juncos se dificulta el ingreso del oxígeno, mientras que en la zona posterior, el agua ha sido filtrada por el junco proporcionando un ambiente más propicio para la introducción del gas.

**Tabla 17.** Parámetros determinados en el análisis al cuerpo de agua del Humedal

<b>CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL CUERPO DE AGUA DEL HUMEDAL LA VACA</b>		
<b>PARAMETRO</b>	<b>AGUA ANTES DEL BIOFILTRO</b>	<b>AGUA DESPUÉS DEL BIOFILTRO</b>
Acidez	257,5 mg CaCO <sub>3</sub> /L	60 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Alcalinidad	202,5 ppm	123 ppm
Dureza para Ca	8,33 mg CaCO <sub>3</sub> /L	5,34 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza para Mg	0,84 mg MgCO <sub>3</sub> /L	1,11 mg MgCO <sub>3</sub> /L
Dureza Total	9,17 mg CaCO <sub>3</sub>	6,45 mg CaCO <sub>3</sub>
Oxígeno Disuelto (OD)	6,28 ppm	8,45 ppm
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	405,2 ppm	292,53 ppm
% Remoción Materia Orgánica	27,81%	
Concentración de Plomo	0,080 ppm	0 ppm
% Remoción de Plomo	100%	

Concentración de Cromo	0 ppm	0 ppm
Concentración de Manganeso	0 ppm	0 ppm

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de análisis en laboratorio

Adicional a lo anterior, para cuantificar la contaminación presente en el Humedal se practicaron pruebas para determinar la demanda química de oxígeno. Según el IDEAM (2007) la demanda química de oxígeno es una medida del oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica, mediante este análisis se puede determinar el grado de contaminación por materia orgánica presente en el agua antes de pasar por el biofiltro y después de pasar por el mismo. Para este caso, se observa que en las muestras de agua anteriores a la zona de juncos existe un DQO mayor que en el agua de la zona posterior ver tabla 17.

Sin embargo, se encuentra que el junco tiene la capacidad de remoción del 27,81% de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medios químicos cuando se encuentran en suspensión en el agua (materia orgánica); los factores que influyen en la contaminación del agua son las grandes cantidades de basuras que se evidencian en la misma antes de pasar por el biofiltro, pues al encontrarse mayor cantidad de sólidos no se permite la fluidez del oxígeno. Contrastando lo anterior con la normatividad estipulada en la tabla 7 del anexo 6 en cuanto a la resolución 0631 del 17 de marzo de 2015, el agua que se encuentra antes de pasar por el biofiltro, se encuentra en muy poca medida desfasada de los valores límites normales para el parámetro de demanda química de oxígeno pues el valor máximo permisible en el cuerpo de agua superficial indica que el DQO no debe pasar las 400 ppm, y en esta zona se registra una concentración de 405,2 ppm. Un factor importante para resaltar es la labor de remoción del junco pues al cumplir un porcentaje relativamente alto procede a disminuir la concentración en el DQO, así para el agua que se encuentra después del biofiltro se registra un valor de 292,53 ppm que se encuentra dentro de los valores permitidos en la normatividad ambiental.

Por último para terminar la caracterización correspondiente al cuerpo de agua del Humedal y evidenciando que el agua se encuentra contaminada, se realiza el análisis químico para la presencia de metales pesados pues al encontrarse contaminada el agua por materia orgánica se pretende descartar la presencia de metales. Para ello, se realizaron análisis al plomo, cromo y manganeso, como se evidencia en el anexo 6, allí se consignan los diferentes cálculos y gráficas para la determinación de estos metales; encontrando en el agua del Humedal presencia en bajas concentraciones de plomo. Los metales pesados restantes no dieron evidencias en los equipos de absorción atómica la presencia en este tipo de agua.

Para el caso del plomo que fue el metal encontrado en el agua la normatividad mencionada en los anteriores epígrafes proporciona como límite un valor de 0,03 ppm (ver tabla 17). En el caso del presente estudio se encontraron valores en el agua antes de pasar por el biofiltro de 0,08 ppm, lo que indica que este metal se encuentra por encima de los niveles máximos que están establecidos, por otro lado en el agua que atraviesa el biofiltro no se evidencian concentraciones de plomo, información de gran importancia pues se presume que el junco está cumpliendo con una labor de remoción del 100% para este metal. Como lo menciona Londoño et al. (2010) en el marco referencial de esta investigación, la presencia de metales pesados en los cuerpos de agua es un gran problema pues afecta directamente a los seres vivos que consumen agua, a los sistemas de tratamiento de agua y al ecosistema.

### 5.3.2 Análisis químico del junco

#### Información

En el momento en el que se tiene claridad en que el agua del Humedal tiene concentraciones de plomo antes de pasar por el biofiltro, se procede a analizar el biofiltro del Humedal para evidenciar si el junco como matriz biológica realmente está absorbiendo este metal, para ello se preparan las muestras vegetales como se describe en los procedimientos del anexo 7, así como en el mismo se consigna el tratamiento estadístico a los datos.

#### Análisis

Para la especie biológica o planta emergente (junco) mediante la técnica de espectrofotometría de absorción atómica se logró determinar que la planta absorbió plomo. En la planta se observa mayor cantidad de absorción de plomo en la raíz que en el tallo; este dato tiene coherencia pues la raíz es el órgano de la planta que está más próximo al suelo y al cuerpo de agua, mientras que el tallo se aleja un poco más de estos dos. En el estudio mencionado en los antecedentes de este trabajo sobre la determinación de metales pesados por parte de las plantas en un lago de Villarrica (Chile), se evidenciaron también porcentajes de absorción para plomo en su gran mayoría en la raíz que en el tallo.

Por otro lado una de las ventajas mencionadas en capítulos anteriores por Delgadillo et al. (2011) sobre la fitorremediación es que mediante plantas emergentes como el junco se favorece el suelo y la calidad del agua pues tiene la capacidad de mejorar las propiedades físicas y químicas de los mismos, esto se ha evidenciado y corroborado mediante los análisis que se describieron anteriormente.

Entonces, el biofiltro está actuando de manera correcta en el Humedal pues se evidencian porcentajes de absorción de plomo en las muestras correspondientes a la raíz y tallo al inicio del biofiltro y al final del mismo, como se muestra en la tabla 18. El plomo, probablemente es procedente de diversas actividades como aguas de alcantarillado, aguas domésticas, escorrentías de diferentes tipos de lavados por parte de Corabastos y los diferentes cuerpos contaminantes que son arrojados al Humedal.

**Tabla 18.** Concentraciones y porcentajes de Plomo en las muestras del biofiltro del Humedal

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA AL BIOFILTRO DEL HUMEDAL LA VACA		
PARAMETRO	INICIO DEL BIOFILTRO	FIN DEL BIOFILTRO
Concentración de Pb en Raíz	0,407 ppm	1,635 ppm
Porcentaje de Pb en Raíz	4,82 %	9,87 %
Concentración de Pb en Tallo	0,360 ppm	0,430 ppm
Porcentaje de Pb en Tallo	3,8 %	4,53 %

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de análisis en laboratorio

Sin embargo, cuando se precisan los resultados obtenidos en el análisis, se observa que el mayor porcentaje del metal se encuentra en la parte final del biofiltro, para ello se esperaba que el metal se encontrara en mayor proporción en la parte inicial del Humedal. No obstante, la coloración que presentaron las cenizas de las muestras que contienen mayor cantidad de plomo, pertenecientes a la raíz y al tallo de la parte final del biofiltro es diferente a la de las muestras del inicio del biofiltro, como se evidencia en las imágenes contenidas en el anexo 7. Para las raíces las cenizas se tornaron de colocación azul celeste y las del tallo cafés rojizas, lo que se interpreta como una prueba cualitativa al procedimiento, pues da evidencia de que cuando la muestra contenga mayor cantidad de metal, mayor van a ser sus tonalidades.

Finalmente la respuesta a que el plomo se encuentre en mayor cantidad en la planta que finaliza el biofiltro se encuentra en el tipo de fitorremediación que realiza el junco, según la literatura se encuentra que esta corresponde al de

fitoextracción o fitoacumulación, pues el junco utiliza sus raíces para absorber los metales, posteriormente los acumulan en el tallo y en las hojas pero inicialmente los concentra en mayor proporción en el sistema radicular (Cortés y Florez, 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior, las plantas de junco que están al inicio de la zona del biofiltro, al encontrarse mayor tiempo en el mismo lugar han recibido mayores descargas de plomo por la misma razón que son las que primero reciben las descargas, cabe resaltar que la planta disminuye su capacidad de absorción debido a que lleva mayor tiempo acumulando los contaminantes, a diferencia de las plantas que se encuentran al final del biofiltro, pues se encuentran más renovadas y tienen mayor capacidad para captar o absorber los metales.

Finalmente, cabe resaltar que las muestras que se tomaron de la especie de la zona inicial, se recolectaron del borde del Humedal, pues no se tenía acceso a la mitad del área para poder recoger la muestra; mientras que la del final del biofiltro tuvo la ventaja de que en esta zona existe un sendero que permitió el fácil acceso a la muestra.

### 5.3.3 Evaluación del estudio

#### Información

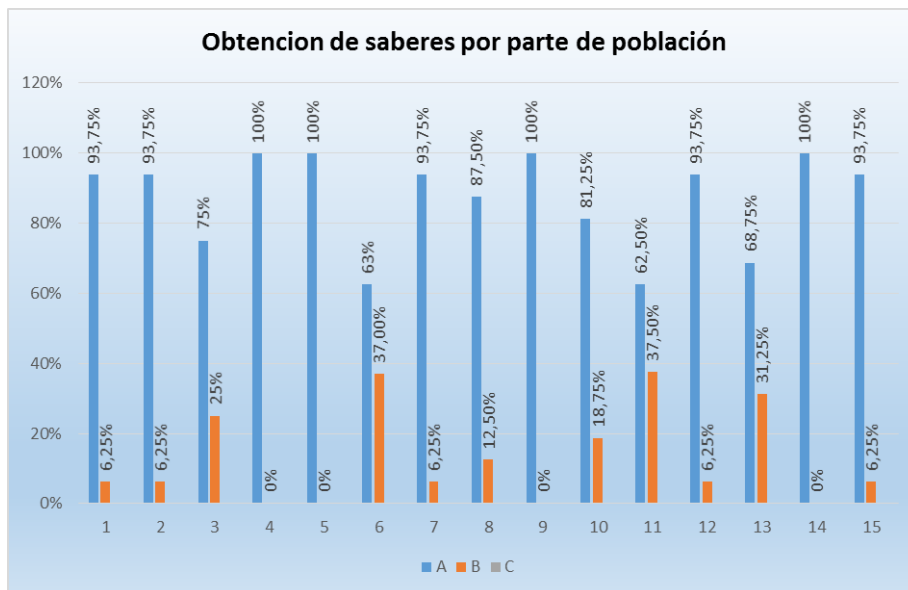
Con el último instrumento de evaluación se cuantificaron los saberes obtenidos por los niños mediante la implementación del presente estudio en el Humedal La Vaca. Los resultados tabulados y cuantificados se precisan en el anexo 8.

#### Análisis

En esta última etapa de la investigación se evidencian y contrastan las actitudes, conocimientos y habilidades que los niños obtuvieron a través de la muestra del estudio ambiental. Retomando a Malik (2003) como un referente teórico y enfocándose en la propuesta de la competencia II que expone, respecto a la competencia correspondiente al **ser** los niños del Humedal están en capacidad de brindar explicaciones a los saberes ancestrales mediante los diferentes conocimientos científicos adquiridos, en su gran mayoría los niños expresan interés por desarrollar estos conocimientos científicos. Pues mediante las creencias y actitudes, tienen conciencia del respeto hacia la integración de saberes tomando los que le proporcionan otros y también expresando los propios.

Es así como por ejemplo se evidencia en la gráfica 4 cuando se pregunta a la población *“Se puede dar explicación a los conocimientos tradicionales o ancestrales que tienes mediante los conocimientos científicos”* y la mayoría la misma manifiesta estar muy de acuerdo (pregunta 3).

**Gráfica 4.** Relación de saberes científicos obtenidos con los ancestrales



En lo concerniente a la competencia del **saber** los niños empiezan a comprender los procedimientos expresados en los diferentes instrumentos para aplicarlos y compartirlos en su comunidad y con personas externas a ella, esto se ve evidenciado en la pregunta 11 donde la mayoría de ellos afirma que “es importante comprobar los hechos ancestrales mediante métodos científicos”, es así como se evidencia la interculturalidad, mediante la competencia que propone Malik (2003) pues la población de estudio logra desarrollar respeto por los conocimientos que son nuevos para ellos, pese a que tienen aspectos ancestrales muy arraigados a las actividades diarias que realizan en su Humedal, los niños expresan que pueden brindar explicaciones con argumentos técnicos y científicos a los fenómenos que a diario ocurren en el ecosistema, fortaleciendo de esta manera la perspectiva cultural del otro.

Por último, a pesar de que los saberes científicos dan respuesta a muchos de los interrogantes o explicación a la función que realizan las plantas emergentes, cierta parte de la población expresa que no siempre los aspectos científicos dan explicación a aspectos ancestrales; sin embargo respetan y hallan coherencia a las opiniones y resultados obtenidos en el presente estudio, lo que indica que se debe fortalecer la competencia concerniente al **hacer** por parte de la comunidad, es así como Malik (2003) sugiere el mejoramiento de dichas destrezas mediante la inclusión de experiencias educacionales que enriquezcan los conocimientos.

## CONCLUSIONES

Las competencias interculturales como: Ser, Saber y Hacer, se identificaron, desarrollaron y fortalecieron mediante el estudio ambiental realizado en el Humedal La Vaca con el grupo de niños “Guardianes del Agua” pertenecientes a la comunidad aledaña al ecosistema. Las competencias se fomentaron a través de la integración de saberes ancestrales y científicos, pues por medio de la investigación acción participativa (IAP) entre la comunidad y la investigadora se potencializan los saberes para dar explicación a diferentes fenómenos de fitorremediación con argumentos técnicos y científicos evidenciados en diferentes análisis de laboratorio aplicados. En cuanto a la competencia relacionada con el **Ser** se evidenció que la totalidad de la población (100%) afirma estar de acuerdo en cuanto a la integración de los saberes científicos, pues toman más interés por trabajar por el cuidado y preservación del Humedal.

Para la competencia correspondiente al **Saber** es de notar que el 68,75% entiende la importancia y la función de la fitorremediación en el Humedal. Sin embargo, cabe resaltar que es necesario fortalecer la competencia concerniente al **Hacer**, pues en este caso los niños no tuvieron la posibilidad de asistir a los laboratorios, pero mediante la secuencia didáctica se propone fortalecer esta competencia en lo que respecta al indicador “Argumenta las hipótesis planteadas basándose en hechos comprobables científicamente”.

Mediante los instrumentos aplicados en la fase inicial del estudio se reconocieron las ideas circulantes en la población frente al tema de la contaminación del Humedal, donde un 73,3% de la comunidad expresa que el foco principal de la contaminación se presenta por la presencia de basuras en la zona y la disposición de residuos sin ningún tratamiento al cuerpo de agua del Humedal.

Por otro lado, las ideas que los niños demuestran frente a la sustentabilidad ambiental giran en torno a las dimensiones que la misma expone. Frente al aspecto ambiental, manifiestan las acciones que desde casa realizan diariamente para evitar daños ambientales en el ecosistema; en el aspecto social, describen las actividades realizadas en conjunto para la preservación del Humedal y su fortalecimiento; por último en el aspecto económico, como eje principal mencionan el biofiltro pues con el mismo no se generan gastos. Finalmente, las ideas sobre interculturalidad no las expresan propiamente, pero al describir los actos ancestrales que realizan en su Humedal y al relacionarlos con los saberes científicos que han obtenido, las ideas que al principio parecen no tener claridad, se tornan más coherentes.

En el desarrollo del presente estudio, se construyó una secuencia didáctica con la participación de la comunidad. En la secuencia didáctica se implementaron

competencias concernientes al ser, al saber y por último a hacer; en cada una de las fases sobresalieron los aspectos más importantes que relacionan los saberes ancestrales con los científicos propiciando la interculturalidad. Para la primera fase, se evidenciaron indicadores que tienen que ver con: a) la descripción de las creencias frente a la herencia cultural, b) sugerencias de cómo la herencia cultural hace tomar respeto por la naturaleza, y c) la búsqueda de experiencias educativas para aplicar los conocimientos ancestrales y relacionarlos con los científicos.

En la segunda fase los indicadores evidenciados hablan de: a) la muestra de actitudes y creencias respetando las de los demás, b) introduciendo nuevos saberes científicos a las prácticas ancestrales, c) muestra de evidencias de conocimientos científicos por medio de caracterizaciones al Humedal. Por último, en la tercera fase los indicadores más importantes son: a) el desarrollo por el cuidado y preservación de su medio basado en hechos científicos, b) la divulgación del conocimiento científico adquirido hacia otras personas, c) la recomendación acerca de la importancia del intercambio de saberes para profundizar un conocimiento.

En la fase final del estudio se realizó la respectiva evaluación frente a la integración de los saberes ancestrales con los científicos, donde se evidenció que el presente estudio favoreció el pensamiento intercultural de los niños frente al funcionamiento del biofiltro de su Humedal, pues mediante la enseñanza de la fitorremediación, se comprendieron saberes técnicos y científicos de fenómenos que ocurren en el Humedal; de esta manera los niños pueden generar respuestas a interrogantes relacionando los saberes ancestrales con los científicos. Lo anterior se logró mediante la muestra de resultados, donde la comunidad conoció que la capacidad de absorción de plomo en la raíz del junco es de 9,87% y en el tallo de 4,82%, este aspecto motiva a la comunidad por seguir implementando el método de la fitorremediación de tipo fitoextractiva en otros sectores de su Humedal y así mismo brindar información a otras comunidades para que también lo apliquen en diferentes ecosistemas que presenten contaminación.

Con el estudio ambiental en el Humedal La Vaca se comprobó mediante diferentes análisis, que el junco como planta emergente tiene la capacidad de remover diferentes contaminantes de tipo orgánico como inorgánico, pues debido a la fisiología que posee tiene la capacidad de acumular los contaminantes especialmente en su sistema radicular y posteriormente por su sistema tubular en el tallo seguir almacenando pero en más poca proporción.

Mediante el desarrollo de este estudio se determinó que el Junco funciona como un excelente biofiltro en la depuración del cuerpo de agua del Humedal La Vaca, así mismo se evidenció que el tipo de fitorremediación que realiza la especie corresponde a la fitoextracción o fitoacumulación y es recomendable retirar las

plantas que han llegado a su punto senescencia o que han completado su ciclo de absorción de los contaminantes, el proceso ideal que se recomienda es la extracción de la planta para luego ser llevada a una planta de incineración de residuos tóxicos.

## RECOMENDACIONES

Las diferentes prácticas de laboratorio realizadas en el presente estudio pueden también ser implementadas y ampliadas con estudiantes de básica media en adelante para fomentar el uso de los Humedales como aulas de aprendizaje y laboratorios de biodiversidad, así mismo el estudio puede ser ampliado con los niños “Guardianes del Agua”

Este estudio ambiental puede ser ampliado a gran escala mediante estudios cartográficos y de suelos, proporcionando desde la visión de la geología más información que amplíe diferentes factores que puedan incidir en la contaminación, y de esta forma proponer alternativas descontaminantes del Humedal.

Se recomienda realizar una caracterización más profunda sobre la fisiología de la especie que actúa como biofiltro en el Humedal mediante micropreparados, pues a nivel microscópico se pueden detallar muchas cualidades que ayudan a fundamentar las propiedades que tiene como un filtro natural.

Para la determinación de cualquier tipo de metal en la especie vegetal, se recomienda realizar el secado de la muestra con varios días de anticipación puesto que esta presenta alto porcentaje de humedad, lo recomendado es dos semanas a temperatura ambiente, en pequeños cortes y en la estufa durante dos días. Así mismo antes de calcinar la muestra se recomienda flamear con precaución de no perder muestra, para de esta manera terminar de eliminar la humedad y evitar posteriores daños en el equipo (mufla).

## BIBLIOGRAFIA

- APONTE UBILLÚS, H. (2009). El junco: clasificación, biología y gestión.
- Aranguren , G., & Sáez ortega , P. (1998). *De la tolerancia a la interculturalidad: un proceso educativo en torno a la diferencia*. Madrid: Anaya.
- Atlas de Histología Vegetal y Animal. (2018). *Órganos Vegetales. Raíz*. Departamento de biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de biología. Universidad de Vigo, España. Recuperado de: <https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-v/o-imagenes-grandes/raiz-primaria-m.php>
- Azcón, J. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. España: McGraw-Hill.
- BARBOSA, E. C. (2015). IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN SOCIOECOLÓGICA DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL HUMEDAL LA VACA. BOGOTÁ, COLOMBIA.
- Barrett, M., Byram, M., Lázár, I., Mompoin - Gaillard, P., & Philippou, S. (2014). *Developing Intercultural Competence through Education*. Strasbourg: Council of Europe Publishing.
- Bennett, J. (2008). *Developing intercultural competence and transformation; Theory, research and application in international education*. EE.UU: V. Savicki.
- Biblioteca Plan Ceibal. (s.f). *Plan Ceibal*. Obtenido de [http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas\\_educativas/\\_pdf/ciencias-naturales/reino-vegetal/027-junco.pdf](http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas_educativas/_pdf/ciencias-naturales/reino-vegetal/027-junco.pdf)
- Bonilla Martínez, L. (2011). La Vaca, El Burro y Techo: memorias de los oasis de la localidad de Kennedy. Bogotá, Colombia.
- Bourdieu, P. (1999). *Meditaciones pascalianas*. Barcelona, España: Anagrama.
- Brickhouse, N. (2007). Uppsala Sweden: C. Linder, L. Ostman & P.O. Wickman.
- Brickhouse, N. (2007). *Scientifics literates: What do they do? Who are they?*
- BUSTOS, E. (2014). LA IMPORTANCIA DE LA RELACION CULTURA, TERRITORIO Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. En A. MOLINA, C. NIÑO, J. SÁNCHEZ, M. PÉREZ , O. SUÁREZ , E. BUSTOS , . . . A. ARISTIZABAL, *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y CULTURA: MÚLTIPLES APROXIMACIONES* (pág. 84). BOGOTÁ: UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.

- Bustos, E. (2014). *La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias*. Bogotá: UD.
- Byram, M. (2003). *Intercultural Competence*. Strasbourg: Council of Europe.
- Calderón, M., & Ruíz, Y. (2011). Gobernanza ambiental y participación comunitaria para la restauración y conservación del Humedal la Vaca Techovita, Bogotá. Buenos Aires, Argentina.
- CALVACHI ZAMBRANO, B. (2002). LA BIODIVERSIDAD BOGOTANA. *LA TADEO*, 89-98.
- Castellanos, C. (24 de Agosto de 2006). Los ecosistemas de humedales en Colombia. Colombia.
- Cid, Ó. (Abril de 2005). LOS HUMEDALES: ESPACIOS EDUCATIVOS. Madrid, España.
- Cid, Ó. (Abril de 2005). LOS HUMEDALES: ESPACIOS EDUCATIVOS.
- Cortés, P., & Florez, J. (2017). Evaluación in vitro de la Taruya (*Eichhornia Crassipes*) como agente biorremediador en aguas contaminadas con cromo. Cartagena de Indias, Colombia.
- CREHO. (2009). Inventario de los humedales continentales y costeros de la República de Panamá. Panamá.
- Cruz, E. (2015). Identificación y Valoración socioecológica de Bienes y Servicios Ecosistémicos del Humedal La Vaca (Bogotá, Cundinamarca). Bogota, Colombia.
- Deardorff, D. (2006). The identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of international education at institutions of higher education in the United States. Unpublished Doctoral Dissertation. North Carolina.
- Delgadillo, A., González, C., Prieto, F., Villagómez, J., & Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: Una alternativa para eliminar la contaminación. México.
- Demetrio, D., & Favaro, G. (2009). *Didattica interculturale*. Milano: F. Angeli.
- Dillard, J., Dujon, V., & King, M. (2009). *Understanding the social dimension of sustainability*. New York: Routledge.
- Durston, J., & Miranda, F. (Marzo de 2002). Experiencias y metodología de la investigación participativa. Santiago de Chile, Chile.

- Figuroa, M. (2004). Determinación de metales trazas (Ni, Pb, Cr, Cu y As) en *Scirpus californicus*. Valdivia, Chile.
- Frers, C. (S.F). *Eco Joven*. Obtenido de <http://www.ecojoven.com/Ecologia/aresiduales.html>
- Fundación Humedales Bogotá. (2012). *Humedales Bogotá*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/2012/08/01/plantas-acuaticas-en-los-humedales-de-bogota/>
- FUNDACIÓN HUMEDALES DE BOGOTA. (2011). *HUMEDALES BOGOTÁ*. Obtenido de <http://humedalesbogota.com/2011/04/13/humedal-la-vaca/>
- GEMA. (Mayo de 2007). Validación demanda química de oxígeno (DQO). Medellín, Colombia.
- Gil, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile, Chile.
- GIL, I. (2008). EL ENFOQUE INTERCULTURAL EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA MIRADA A LA PRÁCTICA ESCOLAR. Madrid, España.
- Gilbert, R., Stevenson, D., Girardet, H., & Stern, R. (1996). *Making Cities Work: The Role of Local Authorities in the Urban Environment*. Earthscan Publications.
- Gillarranz, M. (2013-14). El residuo del dibujo infantil a través de diversos enfoques para la detección de problemas de carácter psicológico y afectivo". Segovia, España.
- Gómez, L. (2014). Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22(1), 115-136.
- Gudynas, E. (Junio de 2009). Desarrollo sostenible: Posturas contemporáneas y desafíos en la construcción del espacio urbano. *Vivinda Popular*(18), 12-19.
- Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: Diversidad de posturas, tensiones persistentes. Granada, España.
- Gunther , D., & Mateos, L. (2011). *Interculturalidad y Educación Intercultural en México*. México: CGEIB.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. México.

- Hernández, A., Contreras, J., Alarcón, C., & Sarmiento, D. (01 de Abril de 2010). *Didáctica grupo tres*. Obtenido de Humedal Techovita - La Vaca: <http://didacticagrupotres.blogspot.com.co/>
- IDEAM. (23 de 07 de 2004). DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS TOTALES CON DIGESTIÓN ACIDA Y SOLUBLES LECTURA DIRECTA POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA . Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (22 de 06 de 2004). DETERMINACIÓN DE OXIGENO DISUELTO POR EL MÉTODO YODOMÉTRICO MODIFICACIÓN DE AZIDA . Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (04 de 10 de 2007). DUREZA TOTAL EN AGUA CON EDTA POR VOLUMETRÍA. Bogotá, Colombia.
- Izquierdo, L. (28 de Julio de 2015). Análisis de los dibujos infantiles. Soria, España.
- Izquierdo, L. (Julio de 2015). Análisis de los dibujos infantiles. Soria, España.
- J. Fernández. Manual de fitodepuración. Filtros de macrófitas en flotación.  
 Coordinada por Jesús Fernández González. Proyecto life. Amb  
 disponibilidad en pdf a internet= <http://www.macrophytes.info/documentation/,2000.223,226,227,229,230,232,236>
- Leech, N., & Onwuegbuzie, A. (2009). A typology of mixed methods research designs. EE.UU.
- Londoño, A., Giraldo, G., & Gutiérrez, Á. (2010). Métodos Analíticos para la Evaluación de la Calidad Fisicoquímica del Agua . Manizales, Colombia.
- Martelo, J., & Lara, J. (Enero-Junio de 2012). Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales; una revisión del estado del arte. *Ingeniería y Ciencia*, 8(15), 221-243.
- Martí, J. (S.F). LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN PARTICIPATIVA. ESTRUCTURA Y FASES. Madrid, España.
- MÉNDEZ, I. (2014). ANÁLISIS DEL MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL DE LA PROBLEMÁTICA DEL MANEJO Y PRESERVACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL LA VACA. Bogotá, Colombia.
- MINAMBIENTE. (2015). Resolución 0631 de 2015: por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos

puntuales a cuerpos a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones . Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente. (Julio de 2002). Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Bogotá, Colombia.

Miranda Ruiz, E. (Agosto de 2013). *Monografías*. Obtenido de Paradigma Interpretativo en Investigación: <http://www.monografias.com/trabajos97/paradigma-interpretativo/paradigma-interpretativo.shtml>

Molina, A., Niño, C., & Sánchez, J. (2014). Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones. En A. Molina, C. Niño, J. Sánchez, M. Pérez, O. Suárez, E. Bustos, . . . A. Aristizabal, *Enseñanza de las ciencias y cultura: Múltiples aproximaciones* (págs. 19-37). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Montaña, S. (28 de Julio de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/ygwsvacvevfo/recuperacion-humedal-la-vaca/>

Montaña, S. (15 de Agosto de 2016). *Prezi*. Obtenido de Humedal La Vaca proceso de recuperación del espejo de agua: <https://prezi.com/jvquwqtofsux/humedal-la-vaca-proceso-de-recuperacion-del-espejo-de-agua/>

Moreno, V., Garcia, J., & Villalba, J. (S.F). DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS HUMEDALES DE BOGOTÁ, D.C. Bogotá, Colombia.

Palomino, D., & Cabrera, C. (2008). Estimación del servicio ambiental de captura del CO2 en la flora de los humedales de Puerto Viejo. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 10(20), 49-59.

Peiró , S., & Merma , G. (2012). LA INTERCULTURALIDAD EN LA EDUCACIÓN. SITUACIÓN Y FUNDAMENTOS DE LA EDUCACIÓN INTERCULTURAL BASADA EN VALORES . España.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, & EAAB-ESP. (Marzo de 2007). PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE LA VACA. Bogotá, Colombia.

Porras, Y. (2017). Formación de los jóvenes de Bogotá en el ámbito de la sostenibilidad desde una perspectiva local, en un marco colaborativo e intercultural.

- Quiñónez, F., & Escobar, M. (S.F). UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL EN EL MARCO DE LAS CIENCIAS SOCIALES Y NATURALES. Bogotá, Colombia.
- Sadler, T. (2007). *The Aims of Science Education: Unifying the Fundamental and Derived Sences of Scientific Literacy*. . Uppsala Sweden: Uppsala university: C. Linder, L. Ostman & P. O.Wickman.
- Sadzawka R., A., M.A. Carrasco R., R. Demanet F., H. Flores P., R. Grez Z., M.L. Mora G., y A. Neaman. 2007. Métodos de Análisis de tejidos vegetales. Segunda Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas INIA N° 40, Santiago, Chile, 140 p.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2009). "Por la cual se resuelve un proceso sancionatorio". Bogotá, Colombia.
- SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. (S.F). PLAN DE MANEJO HUMEDAL LA VACA . BOGOTÁ, COLOMBIA.
- Secretaria Dsitrital de Planeación de Bogotá. (2009). Conociendo Bogotá y sus localidades: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá, Colombia.
- Silva V, J. (S.F). HUMEDALES CONSTRUIDOS. Cali, Colombia.
- UNESCO. (01 de 02 de 2013). *Los Humedales cuidan el agua*. Obtenido de [http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/about-us/single-view/news/wetlands\\_take\\_care\\_of\\_water/](http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/about-us/single-view/news/wetlands_take_care_of_water/)
- Veliz , L., & Bianchetti, A. (2016). Integración metodológica en la investigación DE FENÓMENOS COMPLEJOS EN ENFERMERÍA . Chile.
- Walinski, J. (Enero de 2012). Enhancing intercultural communicative competence in an online collaborative assessment environment: CEFcult project.
- Walsh, C. (2005). "La interculturalidad en la Educación". Perú.
- Zuleta Moreno, M. (29 de Abril de 2015). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/miguelangelzuletamoreno/investigacin-mixta>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N°1: Recorrido por el Humedal La Vaca

Objetivo: Evidenciar las condiciones de contaminación en las que se encuentra el Humedal para dar inicio al estudio ambiental

Dirigido a: Humedal La Vaca y población

Tiempo aproximado de recorrido: 2 Horas

Recursos: Rubrica de evaluación cámara

Fecha: 26 de Agosto de 2017

**Tabla 1.** Rúbrica de evaluación para el recorrido por el Humedal La Vaca

Indicador	Alto	Medio	Bajo
La población describe creencias frente a la herencia cultural		X	
La población expresa vivencias, experiencias y practicas	X		
Se observa vegetación antes del biofiltro del Humedal		X	
se observa vegetación en vegetación después del biofiltro después del biofiltro del Humedal	X		
Se evidencia fauna antes del biofiltro del Humedal			X
Se evidencia fauna después del biofiltro del Humedal	X		
Presencia de desechos en general (Basura) antes del biofiltro	X		
Presencia de desechos en general (Basura) después del biofiltro			X
Coloración oscura en el cuerpo del agua antes del biofiltro		X	
Coloración oscura en el cuerpo del agua después del biofiltro			X
Olor a sulfuro de hidrogeno en el ambiente antes del biofiltro	X		
Olor a sulfuro de hidrogeno en el ambiente después del biofiltro		X	
Espejo de agua antes del biofiltro		X	
Espejo de agua después del biofiltro	X		

Fuente: Elaboración propia

## RECORRIDO POR EL HUMEDAL

Para llegar al Humedal La Vaca se debe recorrer parte del barrio aledaño (El Amparo), el Humedal se encuentra rodeado por rejas que dispusieron el Acueducto y la Secretaria de Ambiente de Bogotá. Cuando se comienza a realizar el recorrido por el ecosistema en compañía de la señora Dora Villalobos y los niños "Guardianes del Agua" (ver imágenes en anexo 1), lo primero que se observa es el cuerpo de agua después de la gran zona de juncos que posee el Humedal. Cuando se sigue el recorrido se llega a la zona norte (antes del biofiltro), en esta zona se evidencia un ambiente diferente pues se comienza a observar presencia de basuras (plástico, balones, residuos orgánicos, papeles entre otros) que se presume provengan de Corabastos, de vendedores ambulantes que trabajan fuera de la corporación pero que pueden desechar residuos en el inicio del Humedal y por la comunidad aledaña al mismo. La vegetación presente se ve un poco descompuesta y marchita, la fauna observada para esta zona es baja pues no se nota presencia de especies variadas por el contrario solo se observan roedores en los juncos; en el agua no se alojan especies debido a la contaminación pues la coloración del agua es bastante oscura por lo que el espejo de agua se ve afectado en ciertas zonas, por otro lado en esta parte del Humedal se percibe un alto olor a sulfuro de hidrógeno.

En la continuación del recorrido, los niños empiezan a mostrar con entusiasmo la zona menos contaminada del Humedal, en ella manifiestan los diferentes rituales que les han enseñado otras generaciones para respetar a la naturaleza por ejemplo aplaudir sin perturbar a los animales para que no abandonen el Humedal, esta actividad la realizan con movimientos de las manos sin necesidad de chocar las palmas; así mismo describen las diferentes prácticas que desarrollan como rondas de limpieza por el Humedal, charlas y avistamientos de aves migratorias en horas muy tempranas.

En la zona que se encuentra después del biofiltro se evidencia mayor vegetación tanto de árboles, plántulas y flores; también se dan a conocer especies animales como patos, garzas, copetones y demás especies voladoras; en esta zona no hay presencia de basuras en el cuerpo de agua ni en el pasto que rodea el Humedal porque es limpiado por los guardianes. Por otro lado se nota una coloración más clara en el agua, el espejo de agua y menos olor a sulfuro de hidrogeno. Al terminar el recorrido, en la zona sur donde termina esta parte del Humedal se observa que el agua fluye y desemboca en una alcantarilla.

## Imágenes del recorrido por el Humedal



**Imágen 1.** Dora Villalobos lider del grupo “Guardianes del Agua” establece indicaciones generales



**Imágen 2.** Cuerpo de agua despues de pasar por el biofiltro



**Imágen 3.** Cuerpo de agua antes de pasar por el biofiltro



**Imágen 4.** Acompañamiento y guía por parte de “Guardianes del Agua”

## ANEXO 2

### INSTRUMENTO DE EVALUCIÓN N°2: Entrevista Semiestructurada

Objetivo: Examinar las concepciones que tiene la comunidad del Humedal La Vaca acerca de la importancia del ecosistema

Dirigido a: Población a examinar del Humedal la Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de la entrevista: 15 a 20 minutos por persona

Recursos: guía de la entrevista, audio y cámara de fotos

Fecha de la entrevista: septiembre 02 de 2017

- **Preguntas:**

1. ¿Qué es un Humedal para ti?
2. ¿Qué importancia crees que tiene este ecosistema en tu comunidad?
3. ¿En qué condiciones conociste el Humedal?
4. ¿Consideras que el Humedal está contaminado?
5. ¿Crees que las plantas ayudan a descontaminar?
6. ¿Conoces el Junco?
7. ¿Qué acciones realizas para la preservación del ecosistema?



**Imágen 1.** Entrevista semiestructurada a “Guardianes del Agua”

- **Transcripción de entrevista**

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Paola

EDAD: 13

CURSO ACADÉMICO: séptimo

Ana: Listo, entonces buenos días Paola ¿cómo estás?

Paola: Bien... gracias

Ana: Esta es una entrevista semiestructurada, ehh... lo que queremos saber con esta entrevista es básicamente tus percepciones acerca del humedal, lo que tú piensas. La primera pregunta es ¿qué es un Humedal para ti?

Paola: Para mi... es mmm... un lugar pues muy espacioso donde se puede encontrar fauna y flora donde uno puede aprender muchas cosas sobre las plantas medicinales, donde se puede aprender sobre los animalitos y las aves y aprende distintas cosas, para que sirven, y aprende respeto valores, comienza a valorar la naturaleza, a respetarla a verla como una persona más, no como uy una planta cualquiera, no. A verla con diferentes ojos.

Ana: Ósea que... este Humedal ¿tiene alguna importancia para ti, en tu vida?

Paola: Si, aquí uno puede aprender muchas cosas, muchos valores, tu aprendes mucho sobre las plantas, y ya cuando te preguntan, eso para qué sirve una planta que halla al lado de tu colegio, o pasas al lado de ella, tú ya sabes para que sirve y en que te puede ayudar y la puedes utilizar

Ana: Paola y digamos que ¿tú vives aquí alrededor del Humedal, por aquí a la zona aledaña verdad?

Paola: Si

Ana: Ehh... en ¿qué condiciones tu conociste el Humedal? ¿Hace cuánto vienes acá?

Paola: mmm hace unos meses, la verdad no estoy mucho tiempo aquí como los demás, no comencé unos poquitos meses, no estoy demasiado tiempo aquí

Ana: Y en ¿qué condiciones conociste el Humedal?

Paola: No, cuando yo ya conocí el Humedal ya estaba mucho mejor, ya estaba... muy bonito era muy bonito. Me dijeron que antes uich! Estaba terrible el humedal pero se esforzaron mucho en reconstruir el Humedal, antes no era nada, esto, esto lo que ustedes ven aquí no es nada prácticamente de lo que era antes, ahora está mucho mejor.

Ana: Y tu ¿cómo llegaste acá? Ósea ¿cómo te enteraste del equipo guardianes del agua?

Paola: ¿Cómo me entere?... eso fue... me invitaron a un parque y yo pues conocí a todos ahí, comencé a hacer como amigos, a conocerlos y me dijeron –ay nosotros vamos al humedal y hacemos varias cosas, deberías ir a acompañarnos- y yo, claro vine, me pareció muy chévere

Ana: Te motivaste

Paola: Si

Ana: Tú ¿consideras que en este momento el Humedal está contaminado?

Paola: No

Ana: ¿No?

Paola: No, pues digamos donde están los juncos, allá sí hay mucha contaminación, ósea como que botan basura y pues si a veces la gente pasa al lado del Humedal y pues si lo ven como basura y empiezan a botar cosas

Ana: Y digamos que... ¿quiénes son los que más aportan a este tipo de contaminación en el Humedal?

Paola: ¿Quiénes son los que contaminan más?

Ana: Si

Paola: Pues digamos que gente, toda la gente que pasa, puede ser cualquiera, digamos un señor, toda la gente que está alrededor, no les importa, ellos ven el humedal ahí como otro lugar más y comienzan a botar basura.

Ana: Y tu consideras que algunas plantas que están acá en el humedal ayudan a descontaminar

Paola: Si, como los juncos, los juncos ayudan a descontaminar todo, ayudan a filtrar mejor el agua, para limpiarla. Ósea el agua entra sucia, pasa por todos los juncos y sale muy limpia

Ana: Y... por último que acciones realizas tú para la prevención de este ecosistema

Paola: mmm... ayudar a plantar. Cuidar todo esto, ósea mostrar que yo no me pongo así a arrancar cosas o...y cuidarlas muy bien. Y si me piden que coja tal cosa, ósea cogerla bien. Cuando son libélulas uno no puede coger a los animalitos por ahí, porque ellos son otros, ellos también sienten miedo hay que dejarlos libres, no hay que agarrarlos ni cogerlos ni nada

Ana: Y ¿qué ayudas a plantar por lo general?

Paola: Como este... mmm no sé...algo como...

Ana: ¿Los juncos ya están ahí?

Paola: No esos no, cuando llegue esos ya estaban ahí, están hacen mucho

Ana: Entonces ayudas como a...

Paola: A limpiar, a limpiar acá

Ana: Listo, listo Paola. Muchas gracias vale, eres muy amable

Paola: Gracias a ti

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Francy

EDAD: 14

CURSO ACADÉMICO: Décimo

Ana: Ehh... bueno la siguiente entrevista es con Francy, le acabo de mostrar el instrumento de evaluación, es la entrevista semiestructurada acerca del Humedal La Vaca y la primera pregunta que empezamos haciendo es ¿Qué es un Humedal para ti?

Francy: Bueno, ehh... un Humedal para mí es un espacio de vida, espacio donde, un espacio que cumple varias funciones que... digamos que una de ellas es evitar que... ehh... las inundaciones, ehh... regular el cambio climático, ehh... recibir varias especies de aves que llegan acá y las nativas también. Ehh... es un espacio donde se ayuda a que la ciudad tenga un aire más limpio y pues que todos nos favorezcamos de él.

Ana: Es decir ¿Por qué lo consideras importante? O ¿Qué importancia tiene este Humedal aquí?

Francy: Ehh... pues es un espacio donde todos, digamos los habitantes que estamos se pueden favorecer porque pues es un espacio de vida y tenerlo cerca pues digamos que es bueno porque pues como te digo respiras un aire más limpio, no tan pesado como el que se encuentra normalmente en una ciudad, ehh... un espacio donde también te puede llenar de mucha sabiduría y conocer sobre él.

Ana: Listo Francy, ehh... la siguiente pregunta es ¿En qué condiciones tu conociste el Humedal?

Francy: Yo... lo conocí pues en un estado bien, ya estaba recuperado cuando llegue acá, eso fue hace más o menos cinco años y pues ya había pasado digamos como todo el momento de recuperación que hizo Dorita.

Ana: Pero siempre el humedal, ¿todavía se alcanzan a ver factores contaminantes? Cierto, en alguna parte de él

Francy: mmm si, digamos que pues, digamos que está recuperado pero pues siempre existirá un factor de contaminación, digamos las fábricas que se encuentran alrededor o digamos también la misma gente, los habitantes que están aquí cerca, digamos que no son tan conscientes del daño que hacen en él.

Ana: Ósea que si ¿En cierta parte del Humedal si encuentras cierto grado de contaminación? O... ¿en ninguna parte?

Francy: Si, si se alcanza a encontrar

Ana: Ehh... ¿tú crees que las plantas favorecen para la descontaminación del Humedal?

Francy: Ehh... si claro que sí, es lo que se ha visto, y digamos que en el Humedal que, pues digamos que, digamos que el espacio del biofiltro, que es un espacio muy importante y que pues debería de implementarse en otros lugares donde también sucede lo mismo pues para digamos mejorar la calidad del ecosistema.

Ana: ¿tú tienes algún conocimiento sobre el junco?

Francy: Pues digamos que... (Risa)... no muy técnico pero pues sé que es una plata que ayuda pues a limpiar el cuerpo de agua que es un gran descontaminante

Ana: Y por último... ¿Qué acciones realizas tú para preservar el ecosistema?

Francy: Bueno de todo este tiempo que llevo acá pues he aprendido muchas cosas, una de ellas pues que hay que ser más consientes, que no hay que botar basura, que hay que cuidar el agua y digamos también no quedarme con ese saber yo únicamente sino también llevarle el mensaje a los demás para que ellos también digamos que apoyen pues esta labor

Ana: Listo Francy, muchas gracias por tu colaboración

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Alexander

EDAD: 11

CURSO ACADÉMICO: Quinto

Ana: Bueno ahora estamos con Alexander, él es otro integrante del grupo “guardianes del agua”, este es el instrumento de evaluación que... que es una entrevista semiestructurada, entonces voy a comenzar haciéndote unas preguntas. ¿Vale? Ehh... ¿Cuántos años tienes tú Alexander?

Alexander: 11

Ana: 11, Ehh... quiero saber cuál es tu percepción o el concepto que tú tienes sobre ¿Qué es un Humedal?

Alexander: Pues un humedal para mí es como un espacio, o como una casa para animales, especies, sí que viven en la tierra. También es como un espacio de tranquilidad, para pensar en muchas cosas y desestresarse

Ana: Ahh ok... y ¿este lugar es importante para ti? ¿Tiene alguna importancia?

Alexander: Si porque nos ayuda a vivir, nos ayuda a respirar a conseguir alimento, bueno varias cosas que nos ayudan

Ana: Ok y para comunidad, para los que viven aquí alrededor del barrio ¿crees que el humedal tiene alguna importancia?

Alexander: Pues... en este momento, pues no

Ana: ¿No?

Alexander: No porque botan a veces basuras y no veo que le dan ese sentido de como a nosotros de cuidar ese espacio

Ana: Listo, Alexander y tu ¿Cuánto tiempo llevas viniendo acá?

Alexander: Como cinco años

Ana: ¿Cinco?

Alexander: Tres no recuerdo bien

Ana: Y ¿en qué condiciones tu conociste el humedal? ¿Estaba mal? O ¿lo conociste en mejores condiciones?

Alexander: Pues estabas más, más o menos, más o menos estaba el Humedal cuando yo llegue a conocerlo

Ana: ¿Habían muchas basuras por ahí? O ¿Cómo veías tú el Humedal?

Alexander: Ósea hace como así como este sino que otro poquito con más basura

Ana: Con más basura. Y... tú crees que las plantitas que están acá ayudan a cuidar el Humedal

Alexander: Si porque nos... como dije antes, nos regalan oxígeno, nos ayuda a limpiar el aire y a descontaminar el agua

Ana: ¿Las plantas ayudan a eso? ¿Las que están acá?

Alexander: Las acuáticas y las terrestres

Ana: Ok y ¿conoces algo del junco?

Alexander: Si, ayuda a descontaminar el agua, se recarga con todos los metales que hay en el agua. Cuando empieza, se empieza a caer, vuelven a regenerarse así como si fueran a revivir

Ana: Ok y... tu como guardián del agua ¿Qué acciones realizas aquí en el humedal para que este bien preservado el ecosistema?

Alexander: Ehh... (Risa)... riego de... unos árboles que yo tengo, recoger basura, ehh... bueno en varias actividades

Ana: Ok, bueno Alexander muchas gracias

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Lizeth

EDAD: 9

CURSO ACADÉMICO: Segundo

Ana: Ahora nos encontramos con Lizeth, ella es otra chica integrante del grupo "Guardianes del agua" y... ehh... vamos a invitarla a que nos diga ¿cuál es su percepción acerca de qué es un Humedal?

Lizeth: Pues... para mí un Humedal es un... pues una función más importante para uno, es un lugar donde uno pues ehh... pues puede saber más cosas... ya.

Ana: ¿Cuántos años tienes tu Lizeth?

Lizeth: Nueve

Ana: Nueve, ¿en qué curso estas?

Lizeth: Segundo

Ana: Segundo, vale. Ehh... ¿qué importancia crees que tiene este humedal para ti y para la comunidad que vive aquí, el barrio que está ubicado aquí detrás del Humedal?

Lizeth: Mmm... pues... mmmm

Ana: ¿Es importante este lugar?

Lizeth: Si, porque aquí aparecen muchas especies, ahh... plantamos cosas como alimentos para nosotros

Ana: Ahh bueno... y... ¿hace cuánto estas en el grupo "guardianes del agua"?

Lizeth: Hace un año

Ana: Un año

Lizeth: Ujum

Ana: Y cuando llegaste ¿Cómo viste el Humedal?

Lizeth: Pues cuando yo llegue el Humedal ya estaba recuperado

Ana: Y ¿lo viste bien?

Lizeth: Ujum

Ana: Pero tu consideras que en ¿algún momento las aguas están contaminadas?

Ósea ¿en algún punto del Humedal las aguas están contaminadas?

Lizeth: No... en cambio... ehh... más allá del Humedal pues entran todas las aguas y los juncos, las absorbe y filtra el agua limpia, pero los juncos están más enfermos, entonces más acá los juncos esta, los juncos ya no funcionan y en algunas partes el agua está sucia

Ana: Ok... y de ¿Dónde vienen esas aguas contaminadas o toda esa basura?

Lizeth: De... nuestras casas

Ana: ¿De las casa?

Lizeth: De... todo el rededor del Humedal

Ana: Y... ¿consideras que Corabastos tiene hay algo que ver?

Lizeth: Si porque ellos a veces botan basura hacia acá y... tiran escombros

Ana: Entonces tú me quieres decir que ¿algunas plantas de aquí del humedal ayudan a descontaminar? O ¿consideras que ninguna?

Lizeth: Ehh... ninguna

Ana: Ninguna, y ¿qué me dices del junco?

Lizeth: Ehh... pues el junco se alimenta de basura

Ana: Ósea que... ¿si ayuda a descontaminar?

Lizeth: Si... (Risa)

Ana: Ehh... por último, ¿Qué acciones realizas tu para preservar, para que el humedal este bien conservado? ¿Qué haces tú?

Lizeth: Pues... cuidar el agua y no mal gastarla

Ana: Ok, bueno Lizeth, muchas gracias por tu colaboración

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Sergio

EDAD: 8

CURSO ACADÉMICO: Tercero

Ana: Bueno ahora nos encontramos con Sergio él es otro integrante del grupo "Guardianes del Agua", ¿Qué edad tienes Sergio?, buenos días

Sergio: Ehh... ocho años

Ana: Ocho años, ¿en qué curso estas?

Sergio: Tercero

Ana: Tercero. Sergio tú me quieres decir ¿Qué es un Humedal para ti?

Sergio: Es un ecosistema que no se pueden hacer actividades como gritar, jugar, o actividades de correr. Este es un lugar pasivo donde... se pueden cuidar, regar las plantas

Ana: Listo Sergio, y... ¿Qué importancia tiene este ecosistema para ti y para la comunidad en la que vives?

Sergio: Mmm... pues tener tantos animales, ehh... las plantas, tener mejor oxígeno, que dejen de contaminar

Ana: ¿Por qué crees que es importante?

Sergio: Pues... para un futuro mejor para nuestros hijos

Ana: Ok, mmm... hace ¿Cuánto estas en el grupo “guardianes del Agua”?

Sergio: Hace cinco años

Ana: Cinco años. Cuando tenías tres empezaste acá ¿Si? ¿Tu mamá te traía?

Sergio: No, mi abuelita

Ana: Tu abuelita. Y... tú recuerdas más o menos ¿Cómo estaba el lugar cuando tú llegaste?

Sergio: Estaba... estaba en una recuperación muy importante porque según me han dicho, esto estaba lleno de casas

Ana: Ok, ¿estaba tapado?

Sergio: (Asiente) y no había casi agua

Ana: Y tu consideras que en algún momento, ósea ¿el Humedal ya se ha recuperado cierto? Pero tú consideras que ¿aún quedan partes del Humedal contaminadas?

Sergio: Si

Ana: ¿Si? ¿Dónde?

Sergio: Ehh al final, ya casi en Corabastos

Ana: Ujum

Sergio: Hay agua picha, huele muy feo ahí, se meten ñeros

Ana: Ok... y... tú crees que de pronto algunas de las plantas que están acá nos ayudan a descontaminar esa agua que tú dices que está en mala...

Sergio: Si, los juncos. Ehh... pasa el agua por así decirlo picha y... en la otra parte ya... ya no esta tan contaminada

Ana: Tú me hablas entonces de los juncos

Sergio: Si

Ana: Los juncos como planta principal. Ehh y por último, ¿qué acciones realizas tu para la preservación del humedal? Para que se conserve

Sergio: Pues riego las plantas, hacemos recorrido, avistamiento

Ana: ¿A qué te refieres con avistamiento?

Sergio: Ósea como a las seis de la mañana mmm... ehh... ir a... porque en esa hora salen más aves

Ana: Ahh ok. Bueno muchas gracias Sergio eres muy amable

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Alejandra

EDAD: 10

CURSO ACADÉMICO: Quinto

Ana: Ahora nos encontramos con Alejandra, ehh... este es el instrumento que vamos a manejar para... pues para llevar como una constancia de que se hizo la entrevista, es una entrevista semiestructurada y... mmm queremos saber primero ¿tu edad?

Alejandra: Bueno mi nombre es Alejandra, yo tengo 10 años

Ana: Y en ¿Qué curso estas?

Alejandra: En quinientos dos

Ana: Ok en quinientos dos. Alejandra tú me quieres decir ¿Qué es un Humedal para ti?

Alejandra: Pues para mí un Humedal es un espacio en el que venimos a compartir con los compañeros, que... y que venimos a disfrutar

Ana: Ok, Alejandra ehh... ¿Qué importancia tiene el humedal para la comunidad y para ti?

Alejandra: Ehh... (Me da pena)

Ana: No, no te de pena tranquila

Alejandra: Ehh...

Ana: ¿Si es importante el Humedal?

Alejandra: Si

Ana: ¿Por qué?

Alejandra: Pues el Humedal es importante porque...porque...

Ana: ¿Qué encontramos en el Humedal?

Alejandra: Ehh... plantas, animales

Ana: Para la preservación de ellos ¿crees?

Alejandra: Si

Ana: ¿Hace cuánto estas en el grupo "Guardianes del Agua"?

Alejandra: Hace siete meses

Ana: Siete meses, es reciente. Y en ¿Qué condiciones? Cuando llegaste ¿Cómo estaba el Humedal?

Alejandra: Pues estaba igual como ahora

Ana: Ujum... ya lo estaban preservando mucho más ¿sí?

Alejandra: Ujum

Ana: Pero tu consideras que ¿el Humedal está contaminado en alguna de sus partes?

Alejandra: Si

Ana: ¿Si? ¿En dónde? Me quieres explicar

Alejandra: Ehh... allí en el fondo, ehh... en puerta cinco hay una parte contaminada

Ana: Ahh y ¿qué crees? O ¿qué tipo de contaminantes o porque?... ¿porque está contaminado?

Alejandra: Pues porque las personas llegan y botan la basura y ahh...

Ana: No son conscientes... ehh... ¿conoces algo sobre el junco?

Alejandra: Pues el junco, es una planta que cuando pasa el agua sucia la limpia

Ana: Ósea que si ¿hay plantas que en el Humedal ayudan a la descontaminación?

Alejandra: Ujum

Ana: Ehh... por último, ¿qué acciones realizas tú para ayudar a mantener el Humedal?

Alejandra: Yo... pues por ejemplo planto árboles, hago recolección de basura ehh... así.

Ana: Bueno Alejandra muchas gracias por tu colaboración

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Brigгите

EDAD: 14

CURSO ACADÉMICO: séptimo

Ana: En estos momentos nos encontramos con Brigгите mmm... ella tiene ¿Cuántos años?

Brigгите: Catorce

Ana: Catorce y está en ¿qué grado?

Brigгите: Séptimo

Ana: En séptimo. Brigгите ehh... queremos empezar pues sabiendo ¿Qué es un Humedal para ti?

Brigгите: Bueno un Humedal para mí es como nuestro segundo hogar porque acá podemos respirar un aire más limpio, por lo que es muy distinto el aire de todas las calles a este, porque este es más limpio, en cambio el de las calles el humo de los carros y todo eso, y pues además de eso es como el hogar de las demás especies, si, como un lugar para relajarse uno

Ana: Ok... ehh... tú crees, ósea me puedes decir por favor ¿Qué importancia crees que tiene este ecosistema para la comunidad y para ti?

Brigгите: Pues creo que la importancia que tiene es que con un lugar así cerca podemos respirar un aire más... más limpio más puro, además de eso podemos conocer acá más especies, que pues uno en la casa no conoce y pues uno al venir acá aprende de muchas cosas

Ana: Ok, ¿hace cuánto estas en el grupo “Guardianes del Agua”?

Brigгите: Ehh... hace año y medio

Ana: Año y medio. Y ¿en qué condiciones tú conociste el lugar?

Briggite: Pues el... pues yo llegue y el humedal pues en estas condiciones lo encontré, entonces pues no...

Ana: No estaba tan mal. Y... pero, ósea tú dices que el Humedal no estaba tan mal, pero ¿en algún punto las aguas están contaminadas? O ¿se ve algún tipo de contaminación acá?

Briggite: Si claro por lo que en muchas ocasiones, se entran los indigentes de la calle y entonces en los arboles... dejan la ropa tirada, echan mucha basura, entonces si en algunas ocasiones si uno encuentra botellas, balones en el agua

Ana: Y... ¿en el agua? ¿Digamos balones?

Briggite: Si

Ana: Y ¿Cómo hacen para sacarlos digamos de ahí?

Briggite: Pues digamos los muchachos de aguas, ellos van en el bote y los recogen

Ana: ¿Ellos son los del acueducto?

Briggite: Si

Ana: Ehh... y ¿el agua? Digamos está contaminada porque botan basura o que ¿qué consideras?

Briggite: Pues si claro, siempre, siempre está contaminado pero por ejemplo en puerta cinco digamos la basura que llega, allá llega mucha basura

Ana: Briggite, tu ¿consideras que las plantas ayudan a la descontaminación del Humedal?

Briggite: Claro, si porque pues los juncos es pues como el biofiltro, sin los juncos nosotros no, el agua sigue de como entra seguiría, seguiría hasta la... hasta la laguna natural, entonces pues si siempre ayudan las plantas.

Ana: ¿Cuál es la laguna natural? ¿La que vemos acá?

Briggite: Si, la que ya llega a puerta 6

Ana: Por último ¿qué acciones realizas para la preservación del Humedal?, para que se encuentre bien

Briggite: Pues mmm... nosotros aquí las actividades que hacemos, por lo menos cuando vamos a puerta cinco recogemos la basura que hay, entonces nosotros andamos muy pendientes de la basura y pues uno comienza el cuidado desde la casa, sabiendo que debemos reciclar, que no... sacar la basura los días que son y pues las demás personas que no saben eso pues les damos aviso

Ana: Ahh que bueno. Gracias Briggite.

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Brayan

EDAD: 11

CURSO ACADÉMICO: Quinto

Ana: Ahora nos encontramos con Brayan, él tiene once años y está en el grado quinto, ¿verdad? Brayan

Brayan: Si, señora

Ana: Vamos a empezar con una primera pregunta, esta es una entrevista semiestructurada y te quiero preguntar ¿Qué es un Humedal para ti?

Brayan: Pues un Humedal para mí es un espacio natural donde habitan varias especies nativas de... fauna, flora que... que puede ayudar en inundaciones como para absorber el agua de las... aguas lluvias

Ana: Ok. Ehh... tú ¿crees que el Humedal tiene alguna importancia para la comunidad y para ti?

Brayan: Si ehh... porque en el caso de... ehh... dios no lo quiera una avalancha o lluvias muy fuertes este... el humedal cumple esa misión como... como una esponja que absorbe el agua y evita inundaciones

Ana: Mmm ok, ¿hace cuánto estas tú en el grupo guardianes del agua?

Brayan: Hace dos... ¿qué? Si... dos años

Ana: Dos años. Y... ¿en qué condiciones tu conociste el Humedal?

Brayan: Pues yo conocí el Humedal ya casi a finales de las recuperación, ehh pues yo llegue pues con mis hermanas, yo llegue si casi a finales de la recuperación del Humedal

Ana: Y ¿Cómo lo encontraste?

Brayan: Pues estaba en perfectas condiciones, estaba cumpliendo su función de purificación del agua y... pues de espacio natural

Ana: Ehh... bueno Brayan ehh... tu consideras, ósea tú me estás diciendo que el Humedal estaba en buenas condiciones; pero ¿tu consideras que en alguna parte de él hay contaminación?

Brayan: Si, como por ejemplo en el filtro... hay mu... mucha... mucho... mucha como te digo, mucho lodo por lo que están llegando residuos orgánicos que tiene demasiados... demasiados contaminantes, esto afecta demasiado al... al filtro de agua

Ana: Ok, y tu consideras que hay plantas que ayudan a descontaminar el... el humedal

Brayan: Si, una... una de las... pues el más importante para purificar o filtrar es el junco

Ana: Ok, ¿conoces algo más acerca del junco?

Brayan: Mmm... pues lo que yo conozco del junco es que el junco extrae los nu... esto los nutrientes... los residuos orgánicos (risa) de pues... de... los metales perdón, de los residuos orgánicos y los convierte en... no... en... se nutren y los convierte en nutrientes que están en el agua. Eso es lo que, o pues eso es lo que yo...

Ana: Ok, si es tu percepción. Y por último ¿Qué acciones realizas tu para ayudar a descontaminar el lugar, para que se preserve, para que este bien?

Brayan: Pues... ehh... como es... como ya te han contado pues hacemos parte de una agrupación que se llama guardianes del agua, pues esa organización, como yo hago parte hace... a a hace como un esfuerzo para... para limpiar y purificar este espacio tan bonito que tenemos que es el humedal

Ana: Ahh bueno, muchas gracias Brayan eres muy amable

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Juan Andrés

EDAD: 11

CURSO ACADÉMICO: Octavo

Ana: Ahora nos encontramos con Juan Andrés... ehh... él tiene ¿Cuál es tu edad?

Juan Andrés: Ehh... trece años

Ana: Y estas ¿en qué curso?

Juan Andrés: Octavo

Ana: Listo Juan Andrés, la primera pregunta con la que vamos a empezar esta entrevista semiestructurada es ¿Qué es para ti un Humedal?

Juan Andrés: Pues un Humedal para mí es un ecosistema conformado por tierra, aire y... agua

Ana: Ok y ¿Por qué crees que este ecosistema es importante para ti y para la comunidad?

Juan Andrés: Porque todo el mundo piensa que Bogotá es como ciudad pero nadie sabe que Bogotá el 50% es como naturaleza

Ana: Y... en qué condiciones... ¿hace cuánto tú llegaste acá al Humedal?

Juan Andrés: Hace tres años

Ana: ¿Entraste a “Guardianes del agua”?

Juan Andrés: Si

Ana: Y ¿en qué condiciones encontraste el Humedal?

Juan Andrés: Ehh pues estaba mucho mejor que ahora, el espejo de agua estaba más purificado, no había tanta contaminación, pero ahora se empeoro porque está mal en la puerta cinco

Ana: A eso iba, ¿consideras que el Humedal está contaminado?

Juan Andrés: Si señora, por la parte de contaminación de los indigentes y los otros seres humanos

Ana: Ok mmm... tú dices que cuando llegaste ¿estaba mejor el Humedal?

Juan Andrés: Si señora

Ana: ¿Se ha venido contaminando de un tiempo para acá?

Juan Andrés: Si señora

Ana: Ehh... tú ¿crees que las plantas ayudan a la descontaminación del Humedal, de las aguas y en general?

Juan Andrés: Si. Pues un principal planta que ayuda a descontaminar aquí en el humedal, se llama junco, él ayuda a purificar el agua contaminada, que por ejemplo acá desde puerta cinco pasa por una purificación y llega al espejo de agua un poquito más limpia pero como ya dije por la contaminación el espejo de agua ya está como... como... ehh... se llamaba no me acuerdo el nombre como era

Ana: Vale. Y por último Juan Andrés ¿Qué acciones realizas tú para que el Humedal se mantenga bien?

Juan Andrés: Pues hacemos muchas actividades acá en el Humedal. Ehh... a veces con organizaciones, ehh... a veces cogemos botellas y vamos hasta puerta cinco a regar nuestros árboles para que fueron sembrados por nosotros, les echamos agua porque allá es muy contaminado entonces ellos deben recibir agua como limpia como...

Ana: ¿Los arboles?

Juan Andrés: Si señora

Ana: Muchas gracias Juan Andrés

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Jhorman

EDAD: 12

CURSO ACADÉMICO: Séptimo

Ana: Nos encontramos con Jhorman, él tiene doce años y está en grado séptimo. Vamos a empezar con la entrevista semiestructurada y voy a empezar por preguntarte ¿Qué es un Humedal para ti?

Jhorman: Pues sería como... pues es un lugar pues que retiene agua. Pero para mí es como un segundo hogar porque aquí me divierto demasiado

Ana: ¿Si? ¿Por qué te diviertes?

Jhorman: Porque aquí hacemos actividades lúdicas y recreativas

Ana: ¿Te gusta el tema de los Humedales? ¿De la naturaleza?

Jhorman: Si

Ana: Ok. ¿Qué importancia tiene el Humedal para ti y para la comunidad? ¿Por qué es importante?

Jhorman: Porque aquí hay mucha naturaleza y hay que cuidarla

Ana: Ehh... y tu ¿hace cuánto estas en "Guardianes del Agua"?

Jhorman: Creo que hace como un año y medio

Ana: Un año y medio. Cuando llegaste el lugar ¿Cómo lo encontraste?

Jhorman: Era porque mi hermana en el colegio le pusieron una actividad, a la mayor, le pusieron una actividad de... sobre la naturaleza y entonces ella vino acá y hablo con dorita. Después ella se retiró y luego nos dijo a nosotros que viniéramos

Ana: Y... tu como viste el Humedal cuando llegaste acá, ¿estaba totalmente contaminado? O ¿cómo lo viste?

Jhorman: Pues estaba casi igual

Ana: Estaba casi igual que lo que lo vemos ahora. Pero ¿consideras que el Humedal en cierta parte está contaminado? ¿O no hay contaminación?

Jhorman: Si, si hay contaminación

Ana: Me puedes contar ¿en qué parte?

Jhorman: En la parte superior del Humedal donde está la laguna de sedimentación

Ana: Y ¿que encontramos allá?

Jhorman: Juncos

Ana: Ok. ¿Esas plantas ayudan en algo? ¿Consideras que ayudan en algo a la descontaminación?

Jhorman: Pues si... a... que... como a la... para que las basuras no pasen a la otra laguna

Ana: Ok. Y digamos que... esa agua que pasa a través del junco ¿Por qué está contaminada?

Jhorman: Porque hay mucha gente que bota papelitos en la calle y los papeles llegan a las alcantarillas y de ahí llega al humedal

Ana: Ok. Y por último Jhorman ¿Qué haces tú para que Humedal este bien? Para preservarlo, para mantenerlo

Jhorman: Recoger basura

Ana: ¿Algo más?

Jhorman: No...

Ana: Solo recoger basura

Jhorman: Asiente

Ana: Listo. Muchas gracias Jhorman vale

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Nicolás

EDAD: 12

CURSO ACADÉMICO: Sexto

Ana: Nos encontramos con Nicolás, él tiene doce años y se encuentra en grado sexto ¿verdad Nicolás?

Nicolás: Si señora

Ana: Ehh bueno la siguiente va a ser una entrevista semiestructurada es para saber las percepciones que tienen ustedes acerca del ecosistema en el cual ustedes trabajan, entonces tú me puedes ayudar diciéndome la primera pregunta que es ¿Qué es para ti un Humedal?

Nicolás: Para mí un Humedal es una reserva de agua y un hábitat para la flora y la fauna que se encuentra en nuestro... en nuestro planeta

Ana: Ok. Tú ¿crees que es importante el Humedal para la comunidad y para ti?

Nicolás: Ehh si porque al territorio le da más oxígeno, le da como más vida y le da una mejor percepción de lo que está pasando actualmente en la naturaleza

Ana: ¿Para quién? ¿Para la comunidad? o ¿para ti?  
Nicolás: Para la comunidad  
Ana: Ok. Ehh hace ¿cuánto estas tu acá en guardianes del agua?  
Nicolás: Pues yo llevo aproximadamente unos diez años  
Ana: ¿Cuántos?  
Nicolás: Ehh diez  
Ana: ¿Diez años? ósea que ¿entraste cuando tenías dos añitos?  
Nicolás: Si  
Ana: ¿Y quién te trajo? ¿Tú mamá?  
Nicolás: Mi abuelita  
Ana: Tu abuelita. ¿Tu abuelita porque le interesaba el Humedal?  
Nicolás: Porque pues... ehh...  
Ana: Ella perteneció de pronto al Banco de semillas de mujeres  
Nicolás: Si... al banco de semillas y entonces pues querían recuperar este espacio  
Ana: Ellas fueron las que empezaron a recuperarlo. Ehh... y ¿cuándo? ósea pues yo sé que estabas muy pequeñito, pero de pronto lo que tú recuerdes, ¿Cómo era el Humedal hace diez años?  
Nicolás: Era... pues se estaba empezando a recuperar, era seco, no había pasto, plantas a duras pena se veía la laguna, entonces era...  
Ana: ¿Se veía pequeñita la laguna?  
Nicolás: Si  
Ana: ¿Si?... y ¿había espejo de agua o no?  
Nicolás: No  
Ana: No. Bueno ahora el humedal ya lo encontramos mejor, más restaurado, pero tu ¿consideras que está contaminado en alguna parte?  
Nicolás: Si claro, todavía falta partes por recuperar y lo principal es como incentivar a la comunidad a que no arrojen basura al ecosistema  
Ana: ¿Qué parte consideras que está contaminada?  
Nicolás: Diría que el muro de Corabastos y la laguna de sedimentación que es donde llegan todas las aguas contaminadas de las casas  
Ana: Ok. ¿Tú consideras que las plantas ayudan a descontaminar?  
Nicolás: Si claro es... un factor importante para la descontaminación ehh... que ayudan al Humedal  
Ana: ¿Tú conoces algo acerca del junco?  
Nicolás: Pues... no específicamente pero sé que es para purificar el agua y para cómo transformarla en agua limpia  
Ana: Por último Nicolás, ¿qué haces tú para que el Humedal se mantenga bien? ¿Qué acciones haces para que este en buen estado?  
Nicolás: Pues... intentar decirle a la gente, que entienda la gente lo importante que son estos espacios y no arrojar basuras, ehh... y pues mantener los arboles ehh... húmedos para que sigan con la recuperación del espacio

Ana: Vale Nicolás muchas gracias por tu colaboración y apreciación

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Julián

EDAD: 11

CURSO ACADÉMICO: Sexto

Ana: Ahora nos encontramos con Julián y él tiene once años y está en grado sexto. ¿Cómo estas Julián? Buenos días

Julián: Buenos días... estoy bien

Ana: Estas bien. Ehh... bueno esta es una entrevista semiestructurada, ehh... lo que queremos saber es que piensas tu o ¿qué es para ti un Humedal?

Julián: Ok.

Ana: ¿Qué es un Humedal?

Julián: Ehh... pa mi un Humedal es como un hogar para las aves una... una guardacion de fauna y flora, ehh... también como un... un absorbente para el agua lluvia para que no nos inunde... para que no se inunden nuestros barrios... y ya

Ana: Ehh... bueno ¿tú crees que el Humedal tiene alguna importancia para la comunidad y para ti?

Julián: Si señora

Ana: ¿Por qué es importante?

Julián: Porque ehh... se puede... conocerle la sombra, estimular el cambio climático, retener agua lluvia. Ehh... que aquí llegan las aguas alcantarilladas y no se comienza a oler a feo las aguas y ya...

Ana: Y Julián ¿hace cuánto estas tú en guardianes del agua?

Julián: Hace un año

Ana: Hace un año. Cuando llegaste ¿cómo encontraste el Humedal?

Julián: Ehh... estaba igual que en este momento. No, estaba mejor

Ana: ¿Estaba mejor? ¿Porque crees que se ha venido deteriorando?

Julián: No, ósea acá esta mejor. Antes estaba como...

Ana: Antes estaba...

Julián: Mal

Ana: Antes estaba mal. Ehh... pero consideras, bueno tú dices que ahorita está en mejores condiciones pero ¿consideras que en algún punto del Humedal hay contaminación? ósea ¿podemos encontrar contaminación hoy en día?

Julián: Si señora, a lo último del Humedal

Ana: A lo último ¿que encontramos?

Julián: Aguas negras

Ana: Aguas negras, que están contaminadas

Julián: Si señora

Ana: Ok. Por esa contaminación ¿tú crees que las plantas nos ayudan en algo a... a descontaminar?

Julián: Si señora. Los juncos más que todo, pero no están cumpliendo bien su función porque está llegando mucha agua negra

Ana: Es más. Julián y ¿conoces algo más acerca del junco?

Julián: Es americano, junco americano

Ana: Mmm ok. Ehh... por último ¿qué acciones realizas tú para la preservación del Humedal?

Julián: Ehh plantación de árboles, apadrinamiento, riego de árboles al fondo también

Ana: Apadrinamiento ¿de qué? De niños o ¿de qué?

Julián: De niños o de adultos

Ana: Si, ¿también? ¿Adultos que llegan y quieren participar acá?

Julián: Si señora

Ana: Tú ya les das tu conocimiento

Julián: Si

Ana: Ahh ok. Muchas gracias Julián eres muy amable

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Laura

EDAD: 9

CURSO ACADÉMICO: Cuarto

Ana: Nos encontramos con Laura, ella tiene nueve años y está en cuarto de primaria. Ehh... ¿Cómo estas Laura? Buenos días

Laura: Bien

Ana: Ehh... vamos empezar haciendo una serie de preguntas en esta entrevista semiestructurada y quiero empezar sabiendo ¿Qué es un Humedal para ti?

Laura: Un Humedal es un espacio, que unos animales pueden vivir. Y... que muchas personas pueden ver cómo se puede vivir los animales

Ana: Ehh Laura, ¿Qué importancia crees que tiene el Humedal para la comunidad y para ti? ¿Es importante?

Laura: Si, porque un Humedal casi no se ve en casi todos los países o en los lugares de Colombia y también es muy difícil ver un Humedal de cerca

Ana: ¿Hace cuánto estas en "Guardianes del Agua?"

Laura: Un año

Ana: Un año. Cuando llegaste ¿Cómo encontraste el Humedal?

Laura: Recuperado

Ana: ¿Si? Te habían contado que estaba en malas condiciones

Laura: Si

Ana: Y ¿lo encontraste bien?

Laura: Si

Ana: Aun así, a pesar de saber que está bien podemos encontrar contaminación acá en el Humedal

Laura: Si

Ana: Me quieres explicar

Laura: Puede encontrar contaminación en la parte... en la parte lejos de aquí, donde solo está el lago sucio, porque hay ambulantes que botan pura basura

Ana: Ok. ¿Tú crees que las plantas nos ayudan a descontaminar el Humedal?

Laura: Si

Ana: ¿Si? ¿Qué tipos de plantas?

Laura: Como los juncos y...

Ana: ¿Algo más sobre los juncos?

Laura: No

Ana: Ehh... por ultimo Laura tú me quieres explicar ¿qué acciones realizas para la preservación del Humedal? ¿Para que este bien?

Laura: Toca plantar como frutos o árboles, plantas...

Ana: ¿Algo más?

Laura: Y también podemos ayudar a hacer abono

Ana: Ok. ¿Cómo haces ese abono? ¿Cómo lo hacen?

Laura: Con huevo, con cascara de huevo, le echamos gusanos y la piel de la granadilla

Ana: Ese abono lo usan para...

Laura: Las plantas

Ana: ¿Para sembrar planticas acá?

Laura: Si

Ana: Ahh bueno, muchas gracias Laura, eres muy amable.

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Sharon

EDAD: 9

CURSO ACADÉMICO: cuarto

Ana: Ahora nos encontramos con Sharon ella tiene nueve años y está en el grado cuarto. ¿Cómo estas Sharon?

Sharon: Bien

Ana: Bueno. Te voy a hacer una entrevista semiestructurada y la primera pregunta es ¿qué es un Humedal para ti?

Sharon: Es un hábitat para los animales y ehh... para que no estén en peligro y cuidarlos

Ana: Ok. ¿Tú crees que el Humedal es importante para ti y para la comunidad?

Sharon: Si

Ana: ¿Por qué?

Sharon: Porque... podemos... encontrándonos salvando árboles y... especies

Ana: Y ¿para la comunidad es importante? ¿Por qué?

Sharon: Mmm... no sé

Ana: ¿Por el ambiente?

Sharon: Si porque pueden respirar el ambiente bueno y no del humo de gas de gases de carros y de... ¿cómo se llaman?

Ana: Fabricas...

Sharon: Si, fabricas

Ana: Ehh... ¿tu hace cuánto estas en “Guardianes del Agua”?

Sharon: Hace un mes

Ana: Y cuando llegaste ¿cómo encontraste el Humedal?

Sharon: Lo encontré lleno de árboles y animales

Ana: ¿Tú consideras que en alguna parte el Humedal está contaminado?

Sharon: Si

Ana: ¿En qué parte? ¿Me quieres explicar?

Sharon: En la parte de... de... (ayy)... como te digo...

Ana: ¿En la parte superior?

Sharon: En la parte sur... está contaminado

Ana: Y ¿que encontramos allá de contaminantes?

Sharon: Hay muchos papeles... y... botellas

Ana: Ok. ¿Tú crees que las plantas ayudan a descontaminar el Humedal?

Sharon: Algunas

Ana: ¿Si?

Sharon: Si

Ana: Ehh ¿conoces algo sobre el junco?

Sharon: Mmm no

Ana: No conoces mucho

Sharon: No

Ana: Por último, ¿qué acciones realizas tú para preservar el Humedal?

Sharon: Descontaminar... ayudar a man... descontaminarlo

Ana: A mantenerlo si así está bien

Sharon: Si

Ana: ¿Qué acciones haces tú?

Sharon: Regalarlas y...

Ana: ¿Regar las plantas? ¿O?

Sharon: Si, regar las plantas y... ¿Cómo se llama?... quitar el pasto de alrededor

Ana: Ok. Listo Sharon muchas gracias

Sharon: Ok

NOMBRE DE ENTREVISTADO: Karen

EDAD: 9

CURSO ACADÉMICO: segundo

Ana: Nos encontramos con Karen ella tiene nueve años y está en segundo de primaria. ¿Cómo estas Karen?

Karen: Bien

Ana: Ehh Karen voy a empezar haciéndote la pregunta de ¿qué es un Humedal para ti?

Karen: Un Humedal para mí es un espacio donde hay animales y especies acuáticas

Ana: Ujum. ¿Tú crees que el Humedal es importante para la comunidad y para ti?

Karen: Para mí sí, pero para la comunidad no

Ana: ¿No? ¿Por qué crees que no es importante para ellos?

Karen. Porque... como... la... como hacen... botan basuras al Humedal, pues hay uno sabe que no... el humedal no es importante para ellos

Ana: Aja. ¿Hace cuánto estas en “Guardianes del Agua”?

Karen: Un año

Ana: ¿Un año?

Karen: Si

Ana: Y cuando llegaste ¿en qué condiciones estaba el Humedal?

Karen: Bien

Ana: ¿Estaba bien?

Karen: Si

Ana: Aun así dentro de ese bien que tú dices ¿podemos encontrar contaminación?

Karen: Ujum

Ana: ¿Qué tipo de contaminación podemos encontrar?

Karen: Ehh ropa, ehh balones y...

Ana: ¿En las aguas que encontramos? O ¿están bien las aguas?

Karen: Ehh... no, donde está la parte limpia esta mas caramelada por lo que en una parte del agua está sucia y pasa el agua sucia a... en donde estaba limpia

Ana: Ok. ¿Tú crees que las plantas ayudan para que se descontamine el Humedal?

Karen: Si

Ana: Si. Y... ¿cómo? ósea ¿conoces algo sobre el junco por ejemplo?

Karen: Si

Ana: ¿Que conoces sobre el junco?

Karen: Ehh... sombrillita de agua y... buchón cucharita

Ana: Pero ¿esos son diferentes al junco? ¿Cierto?

Karen: Si

Ana: Esas son plantas que nos ayudan...

Karen: Si

Ana: Y del junco específicamente, ¿sabes qué hace?

Karen: Si

Ana: ¿Qué hace?

Karen: Ehh... cuando recibe agua sucia, la absorbe

Ana: ¿La absorbe?

Karen: Para limpiarla

Ana: Ahh ok. Y por último tu qué haces para que el Humedal este pues digamos en condiciones óptimas que este bien, ¿qué acciones haces tú?

Karen: Pues... a veces, hacemos recorridos para recoger basuras

Ana: Ujum

Karen: Y también hago... reco... en botellas de dos litros ¿sí? Hacemos riego a los arboles

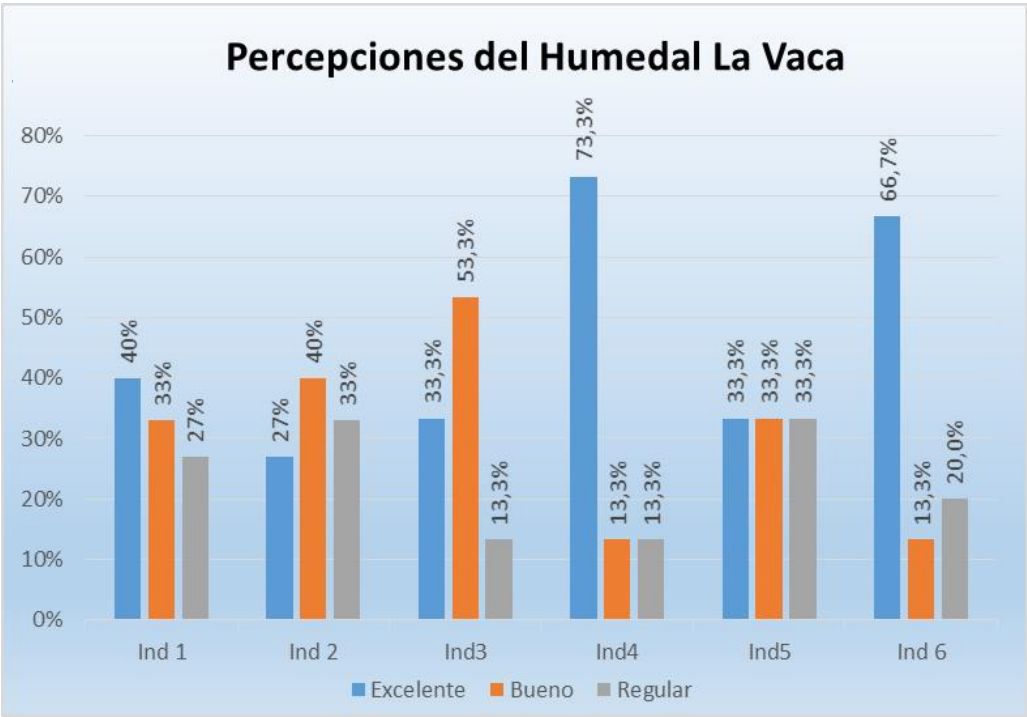
Ana: Ahh bueno. Vale Karen muchas gracias

**Tabla 1.** Rúbrica para evaluación de respuestas de los entrevistados Fuente:

RUBRICA DE PERCEPCIONES ACERCA DEL ECOSISTEMA DEL HUMEDAL LA VACA				
COMPETENCIA	INDICADOR	CRITERIOS		
		Excelente (3 puntos)	Bueno (2 puntos)	Regular (1 punto)
SER	Describe las creencias frente a su herencia cultural	Aplica creencias y saberes en la preservación del Humedal	Conoce acerca de diferentes saberes que se pueden aplicar para preservar el ecosistema	Desconoce acerca de las creencias y saberes aplicados a la preservación del Humedal
	Recoge diferentes vivencias acerca del transfondo cultural, sus experiencias y prácticas	Explica experiencias y prácticas tradicionales que ha implementados en el Humedal	Relaciona experiencias culturales implementadas en el cuidado del Humedal	Presenta dificultades para relacionar vivencias culturales con el cuidado del ecosistema
SABER	Relata cómo la herencia cultural le hace tomar respeto por la naturaleza	Describe procedimientos ancestrales que se realizan con la naturaleza	Reconoce algunas enseñanzas ancestrales para aplicar en la naturaleza	Se le dificulta identificar prácticas ancestrales que se aplican en la naturaleza
	Predice los posibles aspectos que conllevan a la preservación del Humedal	Reconoce diferentes factores que ayudan a preservar el ecosistema	Relaciona sus acciones con la preservación del Humedal	Desconoce sobre la preservación del Humedal
HACER	Busca experiencias educativas en diferentes culturas para mejorar su comprensión	Realiza intercambio de saberes para luego aplicar a la preservación del Humedal	Reconoce los saberes culturales pero no los aplica al ecosistema	No comprende los saberes de otros para mejorar el ecosistema
	Aplica conocimientos ancestrales para interactuar con la naturaleza	Realiza prácticas ancestrales conociendo el fundamento de las mismas	Intenta aplicar prácticas ancestrales sin tener pleno conocimiento de las mismas	No aplica ninguna práctica ancestral cuando interactúa con la naturaleza

Elaboración Propia

**Gráfica 1.** Percepciones del grupo “Guardianes del Agua” por indicadores de competencias interculturales



**Tabla 13.** Cuantificación de percepciones competenciales asignadas por “Guardianes del Agua”

INDAGACIÓN DE PERCEPCIONES	COMPETENCIAS	INDICADORES DE COMPETENCIA	CRITERIOS	GRUPO GUARDIANES DEL AGUA															
				Niño 1 (Paola)	Niño 2 (Francy)	Niño 3 (Alexander)	Niño 4 (Lizeth)	Niño 5 (Sergio)	Niño 6 (Alejandra)	Niño 7 (Brigitte)	Niño 8 (Brayan)	Niño 9 (Juan)	Niño 10 (Jhorman)	Niño 11 (Nicolás)	Niño 12 (Julián)	Niño 13 (Laura)	Niño 14 (Sharon)	Niño 15 (Karen)	Total de Respuestas
				SER	Describe las creencias frente a su herencia cultural	E		3				3		3	3	3		3	
B			2					2				2	2				2	5	
R	1					1									1	1		4	
Recoge diferentes vivencias acerca del trasfondo cultural, sus experiencias y práctica	E						3		3	3			3						4
	B	2	2		2	2					2			2					6
	R							1				1			1	1	1	1	5
SABER	Relata cómo la herencia cultural le hace tomar respeto por la naturaleza	E	3							3	3			3				3	5
		B			2	2	2	2				2	2		2	2			8
		R		1										1					2
	Predice los posibles aspectos que conllevan a la preservación del Humedal	E	3	3	3	3	3	3	3	3	3		3					3	11
		B										2		2					2
		R													1	1			2
HACER	Busca experiencias educativas en diferentes culturas para mejorar su comprensión	E								3	3	3		3				3	5
		B	2					2				2		2	2				5
		R		1	1	1	1									1			5
	Aplica conocimientos ancestrales para interactuar con la naturaleza	E	3				3	3	3	3	3		3	3	3			3	10
		B										2				2			2
		R		1	1	1													3

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3

#### INSTRUMENTO DE EVALUCIÓN N°3: Dibujo del Humedal

Objetivo: Evidenciar la visión que los niños tienen acerca de su Humedal

Dirigido a: Población a examinar del Humedal La Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de la entrevista: 1 Hora

Recursos: papelería y lápices

Fecha de la entrevista: septiembre 09 de 2017

- **Dibujos presentados por el grupo “Guardianes del Agua”**



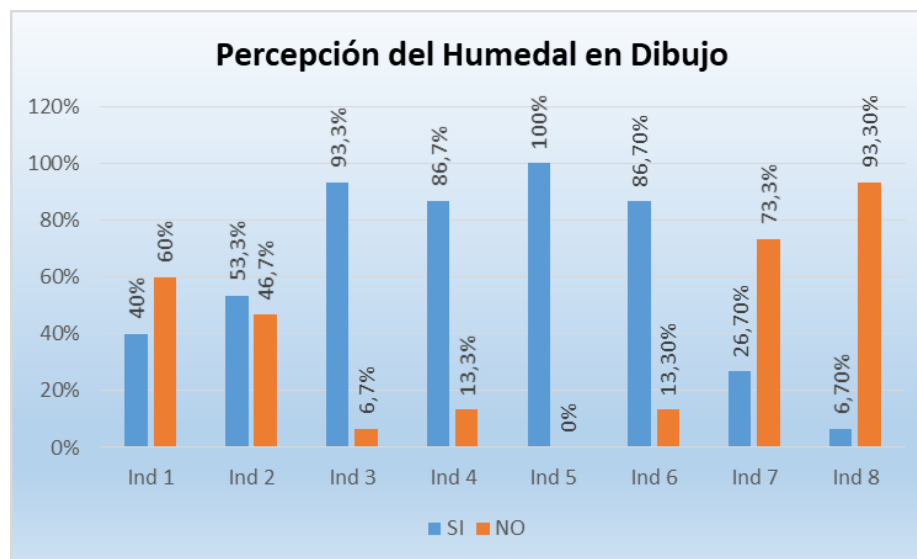
**Imagen 1.** Dibujos realizados por “Guardianes del Agua”

**Tabla 1.** Cuantificación de indicadores de competencia para análisis de dibujos

INDICADOR	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		Total	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
El paisaje contiene basuras	X			X		X	X			X		X	X			X		X	X		X			X	X			X	X	6	9	
Dibuja la zona antes y después del biofiltro	X			X		X	X			X			X	X			X	X		X			X	X			X	X	8	7		
Contiene vegetación o animales	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	X		X	X	14	1			
Presenta color	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	X		X	X	13	2			
El agua esta limpia después del biofiltro	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	X		X	X	15	0			
Dibuja el junco	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	X		X	X	13	2			
Dibuja personas preservando		X		X	X		X		X		X		X	X		X		X		X		X		X	X		X	X	4	11		
Dibuja personas destruyendo		X		X		X		X		X		X		X		X	X		X		X		X		X	X		X	X	1	14	

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 1.** Percepciones de los niños frente al Humedal La Vaca mediante dibujos



## ANEXO 4

### INSTRUMENTO DE EVALUCION N°4: Introducción a la fitorremediación

Objetivo: Instruir a la población sobre el concepto de la fitorremediación y su acción mediante plantas emergentes

Dirigido a: Grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de taller: 2 Horas

Recursos: Papelería

Fecha de aplicación: 16 de septiembre de 2017

**Actividad:** De acuerdo al video “Plantas que depuran el agua” tomado de [www.youtube.com](http://www.youtube.com) y mediante el juego práctico de concéntrese relaciona los conceptos de la fila derecha y de la izquierda.

• Fitodepuración	Depurar el agua
• Servicio de las plantas Acuáticas	Macrofitas
• Planta acuática suministran oxígeno al suelo	Las plantas
• Plantas absorben	Materia Orgánica
• Elementos absorbidos Fosforo	Nitrógeno y
• Planta para depurar el agua	Costos muy bajos

**Imagen 1.** Taller de pareo para evaluar el topico sobre fitorremediación



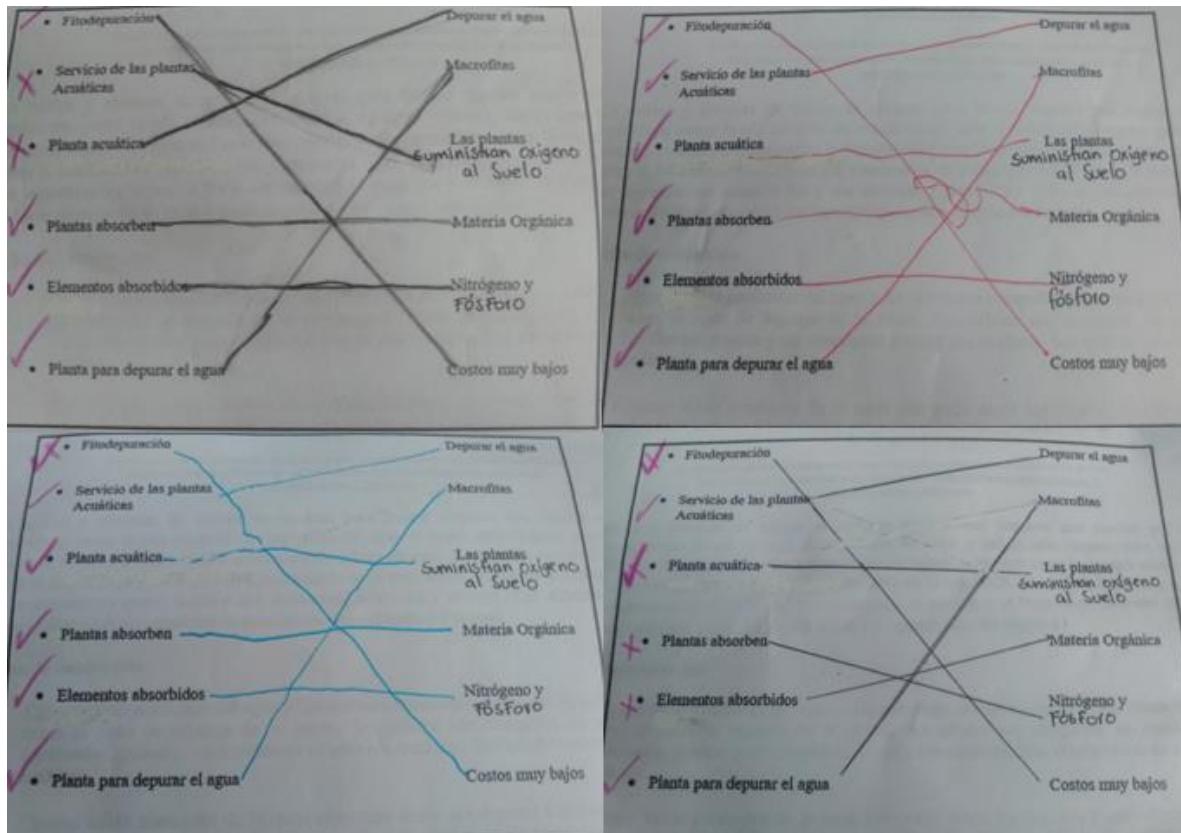
**Imágen 2.** Explicación sobre la fitorremediación



**Imágen 3.** Juego de concentrarse para profundizar tema de fitorremediación



Imágen 4. Desarrollo de taller de pareo



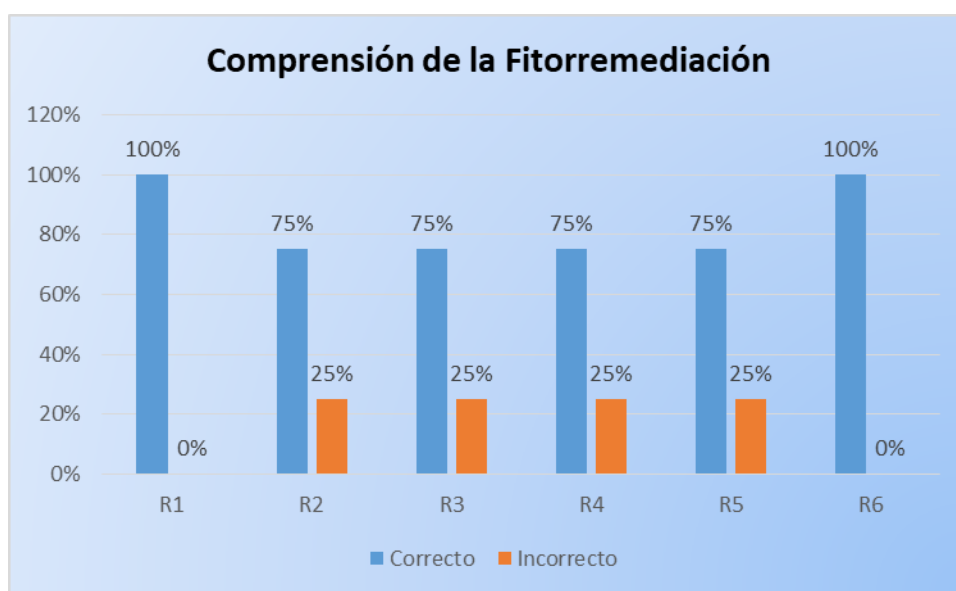
Imágen 5. Soluciones a taller de pareo presentadas por "Guardianes del Agua"

**Tabla 1.** Cuantificación de respuestas para prueba de pareo

Grupo	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Total	
	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Fitodepuracion-Costos muy bajos	X		X		X		X		4	0
Servicio de plantas acuáticas-Depurar agua		X	X		X		X		3	1
Planta acuática-Las plantas suministran oxígeno al suelo		X	X		X		X		3	1
Plantas absorben-Materia orgánica	X		X		X			X	3	1
Elmentos absorbidos-Nitrógeno y fosforo	X		X		X			X	3	1
Planta para depurar el agua-Macrofitas	X		X		X		X		4	0

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 1.** Comprensión de la fitorremediación por parte de la población



## ANEXO 5

### INSTRUMENTO DE EVALUCIÓN N°5: Práctica de laboratorio cualitativa

Objetivo: Reconocimiento del sistema vascular que posee la planta emergente del Humedal La Vaca por parte del grupo “Guardianes del Agua”

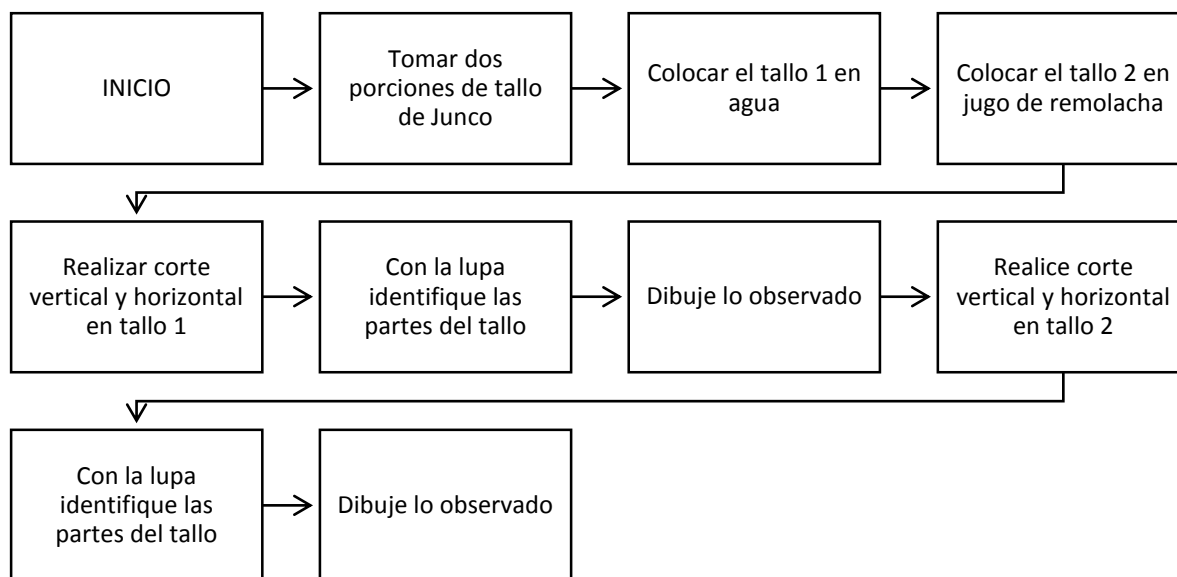
Dirigido a: Población a examinar del Humedal la Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de la entrevista: 2 Horas

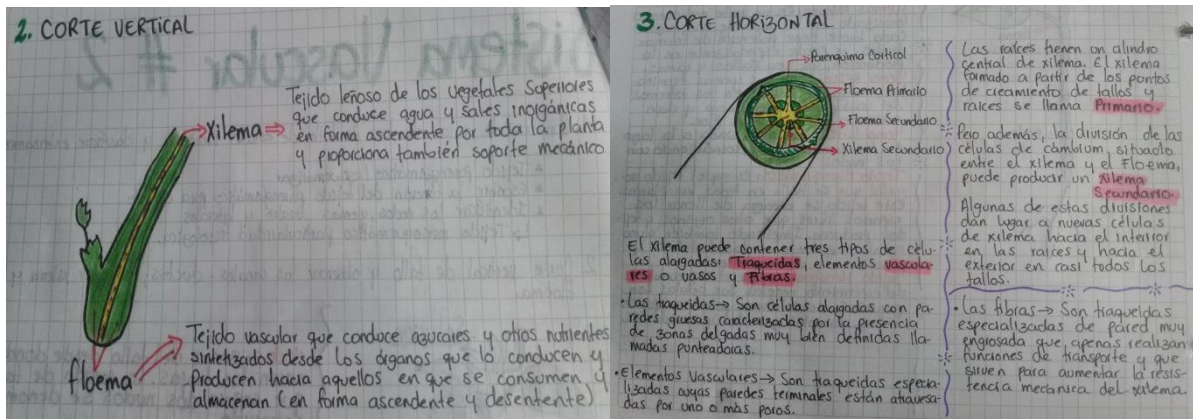
Recursos: Junco, lupa, bisturí, vasos desechables, agua, jugo de remolacha

Fecha: 23 septiembre de 2017

**Actividad:** De acuerdo a la muestra de la especie en estudio (Junco) y a la previa explicación, evidencia la morfología del tallo (xilema y floema) con ayuda de la lupa. Sigue los siguientes pasos:



**Figura 1.** Procedimiento para evidenciar cualitativamente el sistema vascular del junco



Imágen 1. Sistema vascular de una planta visto en la colección de fisiología vegetal



Imágen 2. Explicación de sistema vascular mediante colección de fisiología



Imágen 3. Desarrollo de práctica de laboratorio cualitativa del junco



**Imágen 4.** Sistema vascular resaltado con jugo de remolacha



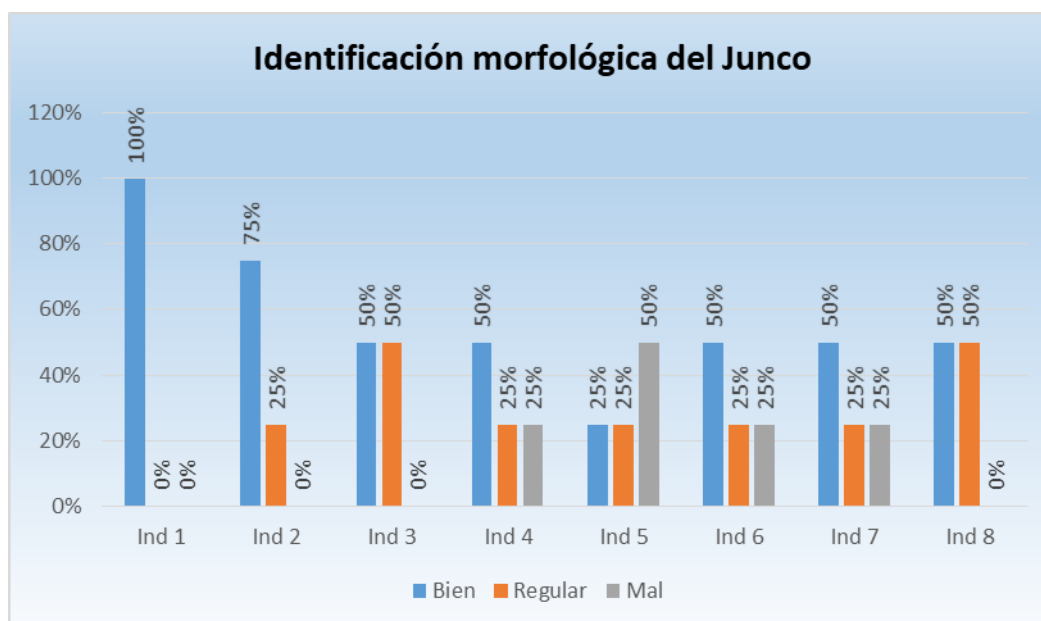
**Imágen 5.** Informe de práctica presentada por "Guardianes del Agua"

**Tabla 1.** Cuantificación de práctica cualitativa al Junco

Grupo	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4			Total		
	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal	Bien	Regular	Mal
Tiene claridad entre planta tratada con colorante y la que no	X			X			X			X			4	0	0
Diferencia la morfología del tallo en corte transversal y longitudinal	X			X			X				X		3	1	0
Identifica el xilema de la planta en corte longitudinal	X				X			X		X			2	2	0
Identifica el xilema de la planta en corte transversal	X				X				X	X			2	1	1
Identifica el floema de la planta en corte transversal	X					X			X		X		1	1	2
Identifica el floema de la planta en corte longitudinal	X				X				X		X		1	2	1
Dibuja estructuras similares a células	X					X	X				X		2	1	1
Dibuja sistema de tubulos en la planta	X				X		X				X		2	2	0

Fuente: Elaboración propia

**Gráfica 1.** Reconocimiento fisiológico de biofiltro del Humedal por parte de la población



## ANEXO 6

### INSTRUMENTO DE EVALUCIÓN N°6: Análisis Físicoquímico al cuerpo de agua del Humedal La Vaca

Objetivo: Determinar diferentes aspectos físicos y químicos del cuerpo de agua del Humedal La Vaca mediante análisis en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional

Dirigido a: Población a examinar del Humedal la Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de análisis: 2 meses

Recursos: Instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional – Muestras de agua del Humedal La Vaca

Fecha: octubre – noviembre de 2017

#### **1. Propiedades organolépticas y físicas del cuerpo de agua**

##### **• Procedimientos desarrollados**

Análisis organoléptico

1. Rotule dos vasos de precipitado de 250 mL con el nombre de “agua antes de biofiltro” y “agua después de biofiltro”
2. Adicione 100 mL de cada muestra de agua a cada uno de los vasos
3. Perciba el olor de cada una de las muestras a temperatura ambiente
4. Registre el color de las muestras a temperatura ambiente
5. Registre la cantidad de sedimento en las muestras a temperatura ambiente
6. Disponga las muestras en una plancha de calentamiento y controle la temperatura de forma que no se presente ebullición
7. Perciba el olor de las muestras cuando la temperatura ha aumentado

pH del agua

1. Rotule dos vasos de precipitado de 250 mL con el nombre de “agua antes de biofiltro” y “agua después de biofiltro”
2. Adicione 100 mL de cada muestra de agua a cada uno de los vasos
3. Tome el pH de forma cualitativa con papel indicador en cada una de las muestras
4. Contraste el color arrojado con la tabla de coloratura de pH para determinar el valor numérico
5. Calibre previamente el pH metro con soluciones Buffer

6. Introduzca el pH metro en la solución de “agua antes del biofiltro”
7. registre el valor (realice lectura tres veces)
8. Limpie el electrodo con agua y séquelo
9. Introduzca el pH metro en la solución de “agua después del biofiltro”
10. registre el valor (realice lectura tres veces)
11. Limpie el electrodo con agua y séquelo

#### Conductividad del agua

1. Rotule dos vasos de precipitado de 250 mL con el nombre de “agua antes de biofiltro” y “agua después de biofiltro”
2. Adicione 100 mL de cada muestra de agua a cada uno de los vasos
3. Encienda el voltímetro
4. Calíbrelo para medición de conductividad
5. Introduzca el voltímetro en la muestra de agua de “Antes del biofiltro”
6. Registre la lectura
7. Limpie el voltímetro y seque
8. Introduzca nuevamente el voltímetro a la muestra
9. Registre la lectura tres veces
10. Realice la misma operación para medir la conductividad de la muestra de agua “Después del biofiltro”

#### Temperatura del agua

1. Rotule dos vasos de precipitado de 250 mL con el nombre de “agua antes de biofiltro” y “agua después de biofiltro”
2. Adicione 100 mL de cada muestra de agua a cada uno de los vasos
3. Introduzca el termómetro en la muestra de agua de “Antes del biofiltro”
4. Registre la lectura
5. Limpie el termómetro y seque
6. Introduzca nuevamente el termómetro a la muestra
7. Registre la lectura tres veces
8. Realice la misma operación para medir la conductividad de la muestra de agua “Después del biofiltro”

#### Contenido de sólidos sedimentables

1. Agite la muestra y vierta 1 litro de esta en un cono de Imhoff
2. Deje sedimentar por 45 minutos
3. Agite suavemente el líquido contenido en el cono con un agitador, o mediante rotación del cono, para que se desprendan y sedimenten los sólidos de la pared del recipiente
4. Deje sedimentar durante 15 minutos mas

5. Registre la cantidad de sólidos sedimentables en mL/L, leyendo directamente en el cono

#### Contenido de sólidos totales a 103 °C – 105°C

1. Rotule dos cápsulas con agua “antes de biofiltro” y “después de biofiltro”
2. Calcine las cápsulas vacías en la mufla a 550 °C durante 1 hora
3. Enfríe en el desecador y pese
4. Transfiera 20 mL de la muestra o el volumen adecuado a la cápsula pesada, elija un volumen de muestra que proporcione un residuo entre 2,5 y 200 mg
5. Evapore la muestra en una plancha de calentamiento
6. Lleve la cápsula con la muestra evaporada a una estufa a 103 – 105 °C durante 1 hora
7. Enfríe la cápsula en el desecador y pese
8. Repita la operación hasta peso constante

#### Contenido de sólidos totales volátiles y fijos a 550°C

1. Calcine en la mufla las capsulas que contienen el residuo de los sólidos totales a 550 + o – 50 °C, hasta obtener un peso constante
2. Enfríe en un desecador y pese

#### Contenido de sólidos suspendidos totales a 103°C – 105°C

1. Coloque el papel filtro cuantitativo en el embudo de filtración Büchner, conecte el vacío y lave el filtro con 20 mL de agua destilada
2. Continúe la succión hasta eliminar totalmente los residuos de agua
3. Seque el papel filtro en la estufa a 103 °C durante una hora
4. Enfríe en el desecador y pese
5. Mida 20 mL de muestra o un volumen que proporcione entre 2,5 y 200 mg de residuo
6. Inserte el filtro en el embudo de filtración, conecte el vacío e inicie la succión
7. Filtre la muestra previamente agitada a través del filtro
8. Lave con tres porciones de 10 mL de agua destilada
9. Continúe la succión por cerca de tres minutos
10. Retire el filtro del embudo y séquelo en la estufa a 103°C – 105°C durante una hora
11. Enfríe en el desecador y pese
12. Repita el ciclo de secado, enfriamiento y pesada hasta peso constante

Contenido de solidos suspendidos volátiles y fijos a 550°C

1. El residuo que queda en el filtro de los sólidos suspendidos totales se calcina a 550 °C durante 15 minutos
2. Los sólidos remanentes representan los sólidos suspendidos fijos
3. La pérdida de peso por la calcinación representa los sólidos suspendidos volátiles
4. Enfríe en el desecador y pese
5. Repita el ciclo de calcinación, enfriado y pesada hasta peso constante

**Tabla 1.** Características físicas del cuerpo de agua del Humedal

Determinación	Muestra de Agua Antes de Pasar por el Biofiltro		Muestra de Agua Después de Pasar por el Biofiltro	
Conductividad	150 micromhos/cm		310 micromhos/cm	
pH	Papel Indicador	8	Papel Indicador	8
	pH metro	7,34	pH metro	7,29
	T° con pH metro	18,4 °C	T° con pH metro	18,4 °C
Temperatura	18°C		18°C	

Fuente: Elaboración propia

- **Cálculos de sólidos presentes en el agua**

*Sólidos sedimentables en muestra antes de pasar por biofiltro*

$$\text{Sólidos Sedimentables (SSED)} \left[ \frac{mL}{L} \right] = 4,7 \frac{mL}{L}$$

*Sólidos totales a 103 - 105 °C en muestra antes de pasar por biofiltro*

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{mg}{L} \right] = \frac{(B - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

A: Peso de la cápsula vacía en mg

B: Peso de la cápsula más el residuo en mg

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{mg}{L} \right] = \frac{(36,2030 \text{ g} - 36,1973 \text{ g}) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{mg}{L} \right] = 285 \frac{mg}{L}$$

**Sólidos totales volátiles y fijos a 550°C en muestra antes de pasar por biofiltro**

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(B - C) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(C - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

A: Peso de la cápsula vacía en mg

B: Peso de la cápsula más el residuo antes de la calcinación en mg

C: Peso de la cápsula más el residuo después de la calcinación en mg

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(36,2030 \text{ g} - 36,2016 \text{ g}) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 70 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(36,2016 \text{ g} - 36,1973 \text{ g}) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 215 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

**Sólidos suspendidos totales a 103°C-105°C en muestra antes de pasar por biofiltro**

$$\text{Sólidos suspendidos totales (SST)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(B - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

A: Peso del filtro en mg

B: Peso del filtro más el residuo seco en mg

$$\text{Sólidos suspendidos totales (SST)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(35,2676 \text{ g} - 35,2653 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos suspendidos totales (SST)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 23 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

**Sólidos totales suspendidos volátiles y fijos a 550°C en muestra antes de pasar por biofiltro**

$$\text{Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(B - C) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(C - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

A: Peso del filtro en mg

B: Peso de filtro más el residuo antes de la calcinación en mg

C: Peso del filtro más el residuo después de la calcinación en mg

$$\text{Sólidos suspendidos volátiles (SSV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(35,2676 \text{ g} - 35,2664 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos suspendidos volátiles (SSV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 12 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(35,2664 \text{ g} - 35,2653 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 11 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Sólidos Sedimentables en muestra después de pasar por biofiltro

$$\text{Sólidos Sedimentables (SSED)} \left[ \frac{\text{mL}}{\text{L}} \right] = 2,62 \frac{\text{mL}}{\text{L}}$$

Sólidos totales a 103 - 105 °C en muestra después de pasar por biofiltro

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(B - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(24,4499 \text{ g} - 24,4476 \text{ g}) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales (STT)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 115 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Sólidos totales volátiles y fijos a 550°C en muestra después de pasar por biofiltro

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(B - C) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(C - A) * 1000}{L \text{ muestra}}$$

A: Peso de la cápsula vacía en mg

B: Peso de la cápsula más el residuo antes de la calcinación en mg

C: Peso de la cápsula más el residuo después de la calcinación en mg

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(24,4499 \text{ g} - 24,4493 \text{ g}) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales volátiles (STV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 30 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(24,4493 \text{ g} - 24,4476) * 1000}{0,02 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 85 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Sólidos suspendidos totales a 103°C-105°C en muestra después de pasar por biofiltro

$$\text{Sólidos suspendidos totales (SST)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(33,8367 \text{ g} - 33,8355 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos suspendidos totales (SST)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 12 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Sólidos suspendidos volátiles y fijos a 550°C en muestra después de pasar por biofiltro

$$\text{Sólidos suspendidos volátiles (SSV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(33,8367 \text{ g} - 33,8359 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L}}$$

$$\text{Sólidos suspendidos volátiles (SSV)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 8 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{Sólidos suspendidos fijos (SSF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = \frac{(33,8359 \text{ g} - 33,8355 \text{ g}) * 1000}{0,1 \text{ L muestra}}$$

$$\text{Sólidos totales fijos (STF)} \left[ \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right] = 4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Porcentaje de remoción de sólidos totales (STT) en el Humedal La Vaca

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[inicial] - [final]}{[inicial]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[285 \text{ pmm}] - [115 \text{ pmm}]}{[285 \text{ pmm}]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = 59,65 \%$$

Porcentaje de remoción de sólidos sedimentables (SSED) en el Humedal La Vaca

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[inicial] - [final]}{[inicial]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[4,7 \text{ mL/L}] - [2,62 \text{ mL/L}]}{[4,7 \text{ mL/L}]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = 44,25 \%$$

*Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos totales (SST) en el Humedal La Vaca*

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[inicial] - [final]}{[inicial]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[23 \text{ ppm}] - [12 \text{ ppm}]}{[23 \text{ ppm}]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = 47,82 \%$$



**Imágen 1.** Muestras de agua del Humedal antes y después de pasar por el biofiltro



**Imágen 2.** pH con papel indicador en muestras de agua del Humedal antes y después de pasar por el biofiltro

## 2. Caracterización química del cuerpo de agua

- **Procedimientos desarrollados**

Determinación de acidez por volumetría: Para el desarrollo de este método se tomó en cuenta el documento de la Universidad Nacional de Colombia titulado Métodos Analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua, consignado en el capítulo 4, página 59 (Londoño et al, 2010, p.59).

Determinación de alcalinidad por volumetría: Para el desarrollo de este método se tomó en cuenta el documento de la Universidad Nacional de Colombia titulado Métodos Analíticos para la evaluación de la calidad fisicoquímica del agua, consignado en el capítulo 4, página 63 (Londoño et al, 2010, p.63).

Dureza: Para la determinación de este parámetro se tuvo en cuenta el protocolo establecido por el IDEAM titulado “Dureza Total en Agua con EDTA por Volumetría”, página 9 (IDEAM, 2007, p.9).

Oxígeno Disuelto: Para la determinación de este parámetro se tuvo en cuenta el protocolo establecido por el IDEAM titulado “Demanda química de oxígeno por reflujo cerrado y volumetría”, página 6 (IDEAM, 2004, p.6).

Demanda Química de Oxígeno: Para la determinación de este parámetro se tuvo en cuenta el protocolo establecido por el GEMA titulado “Demanda química de oxígeno por reflujo cerrado y volumetría”, página 1(GEMA, 2007, p.01).

Determinación de metales pesados: Para la determinación de metales se tuvo en cuenta el protocolo establecido por el IDEAM titulado “Determinación de metales pesados totales con digestión acida y solubles lectura directa por espectrofotometría de absorción atómica”, página 14 (IDEAM, 2004, p.14).

**Tabla 2.** Clasificación de las aguas según la dureza

DUREZA	mg/L de CaCO <sub>3</sub>	TIPO DE AGUA
0-75		Suave
75-150		Agua poco dura
150-300		Agua dura
Más de 300		Agua muy dura

Fuente: Londoño et al. (2010)

**Tabla 3.** Valores de pH y Temperatura para vertimientos en aguas superficiales

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
pH	Unidades de pH	6,0 a 8,5
Temperatura	°C	La diferencia de temperatura en todo momento entre el vertimiento y el cuerpo de agua superficial receptor (aguas arriba del punto de vertimiento y por fuera de la influencia de la zona de mezcla), debe ser menor a 5,0 °C en función valor absoluto.

Fuente: MINAMBIENTE (2015)

**Tabla 4.** Parámetros a monitorear en vertimientos de aguas superficiales

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
		CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL
<b>Generales</b>		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O <sub>2</sub>	400,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L O <sub>2</sub>	200,0
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	200,0
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,0
Material Flotante	mg/L	0,5
Grasas y Aceites	mg/L	50,0
Fenoles	mg/L	0,2
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	5,0
<b>Hidrocarburos</b>		
Hidrocarburos Totales(HTP)	mg/L	5,0
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	mg/L	0,1
<b>Nutrientes</b>		
Fósforo Total (P)	mg/L	5,0
<b>Compuestos Nitrogenados</b>		
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	10,0
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	2,0
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/L	10,0

Fuente: MINAMBIENTE (2015)

**Tabla 5.** Parámetros de metales a monitorear en vertimiento de aguas superficiales

PARÁMETRO	UNIDADES	VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
		CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL
Nitrógeno Total (N)	mg/L	20,0
<b>Iones</b>		
Cianuro (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0,5
<b>Metales y Metaloides</b>		
Aluminio (Al)	mg/L	1,5
Cadmio (Cd)	mg/L	0,001
Cinc (Zn)	mg/L	0,2
Cobre (Cu)	mg/L	0,5
Cromo (Cr)	mg/L	0,5
Hierro (Fe)	mg/L	3,0
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001
Níquel (Ni)	mg/L	0,02
Plomo (Pb)	mg/L	0,03
<b>Otros</b>		
Residuos de Ingredientes Activos de Plaguicidas	mg/L	Aplicar Artículo 19.

Fuente: MINAMBIENTE (2015)

- **Cálculos para determinación de acidez**

Preparación de solución de NaOH al 0.1N

$$0.01eq - gNaOH * \frac{40gNaOH}{1eq * g NaOH} * \frac{100 g reactivo}{98 g puros} = 0.41gNaOH$$

$$0,41gNaOH \rightarrow 100mL H_2O = 0.1N de NaOH$$

Preparación de solución de biftalato de potasio al 0.05N

$$0.05 \frac{eq - g}{L} * 0.01L = 5 * 10^{-4} eq - gBK$$

$$5 * 10^{-4} eq - gBK * \frac{204,22 gBK}{1eq - gBK} = 0.1021gBK$$

$$0.1021gBK \rightarrow 10mL = 0.05N$$

**Tabla 6.** Datos de estandarización NaOH

<b>Alícuota de BK</b>	20 mL
<b>Concentración BK</b>	0,05 N
<b>Volumen gastado de NaOH</b>	11,2 mL

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estandarización de NaOH*

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$Normalidad NaOH = \frac{0,05 N * 20 mL}{11,2 mL}$$

$$Normalidad NaOH = 0,09N de NaOH (concentración real)$$

Para prueba de acidez con la muestra de agua se debe tomar la solución estandarizada de NaOH y prepararla al 0.02N

Preparación de NaOH al 0.02N

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$Solucion NaOH (0,02N) = \frac{10mL * 0.09N}{50 mL}$$

$$Solucion NaOH (0,02N) = 0,02 N$$

Tomar 10mL de NaOH 0.1N y transferir a balón de 50mL

Volumen de NaOH gastado: muestra de agua antes de pasar por el biofiltro

**Tabla 7.** Volumen de NaOH consumido en muestra antes biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de NaOH
1	5,2
2	5,1
3	5,4
PROMEDIO $\bar{X}$	5.23
Desviación Estándar S	0,153

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{X} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 5,23 \pm \frac{1,64 * 0,153}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 5,23 - 0,144 = 5,086$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 5,23 + 0,144 = 5,374$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a descartar el último dato de la acidez en el cuerpo de agua antes del biofiltro (5,4 mL) y se procede a realizar el cálculo de acidez con el promedio de los datos confiables (muestra 1 y 2).

**Tabla 8.** Volumen consumido de NaOH corregido en muestra antes biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de NaOH
1	5,2
2	5,1
PROMEDIO $\bar{X}$	5,15

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{L} \right) \text{ antes biofiltro} = \frac{A * N * 50000}{\text{mL muestra}}$$

A: mL NaOH gastados en titulación

N: normalidad de NaOH

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{L} \right) \text{ antes biofiltro} = \frac{5,15 \text{ mL} * 0,02N * 50000}{20 \text{ mL}}$$

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right) \text{ antes biofiltro} = 257,5 \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right)$$

Volumen de NaOH gastado: muestra de agua después de pasar por el biofiltro

**Tabla 9.** Volumen de NaOH consumido en muestra después biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de NaOH
1	1,2
2	1,2
3	1,3
PROMEDIO $\bar{x}$	1,23
Desviación Estándar S	0,058

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo *t* de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,23 \pm \frac{1,64 * 0,058}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,23 - 0,055 = 1,175$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,23 + 0,055 = 1,285$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a descartar el último dato de la acidez en el cuerpo de agua después del biofiltro (1,3 mL) y se procede a realizar el cálculo de acidez con el promedio de los datos confiables (muestra 1 y 2).

**Tabla 10.** Volumen consumido de NaOH corregido en muestra después biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de NaOH
1	1,2
2	1,2
PROMEDIO $\bar{x}$	1,2

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right) \text{ después biofiltro} = \frac{1,2 \text{ mL} * 0,02N * 50000}{20 \text{ mL}}$$

$$\text{Acidez} \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right) \text{ después biofiltro} = 60 \left( \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right)$$

- **Cálculos para determinación de alcalinidad**

Preparación de solución de HCl al 0.1N

$$0.1 \frac{eq * g}{L} * 0.1L = 0,01eq * gHCl$$

$$0.01eq * g HCl * \frac{36,45gHCl}{1eq * gHCl} = 0.3645gHCl$$

$$0.3645gHCl * \frac{37gHCl}{100gReactivo} * \frac{1mL}{1,19gHCl} = 0,11mL HCl$$

$$0.11mL de HCl \rightarrow 100mL = 0.1N$$

Estandarización de HCl con  $Na_2CO_3$

$$N_{HCl} = \frac{mg_{Na_2CO_3}}{53 * V}$$

$$C_2 = 0.1N de HCl (concentración real)$$

Para prueba de alcalinidad con la muestra de agua se debe tomar la solución estandarizada de HCl y prepararla al 0.02N

$$V_1 * C_1 = V_2 * C_2$$

$$V_1 = \frac{0,02N * 50mL}{0.01N}$$

$$V_1 = 10mL de HCl$$

$$10mL HCl \rightarrow 50mL = 0.02N HCl$$

Para la determinación del carácter básico en las muestras de agua del Humedal La Vaca se tendrá en cuenta las relaciones de alcalinidad presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 11.** Relaciones de alcalinidad en muestras de agua

RELACIONES DE ALCALINIDAD						
CASO	RELACIÓN	CONDICIÓN	VALORES DE ALCALINIDAD			
			$OH^-$	$CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	TOTAL
1	$P = M$	$OH^-$	$P = M$	0	0	M
2	$P > \frac{M}{2}$	$OH^-$ y $CO_3^{2-}$	$2P - M$	$2(M - P)$	0	M
3	$P = \frac{M}{2}$	$CO_3^{2-}$	0	$2P = M$	0	M
4	$P < \frac{M}{2}$	$CO_3^{2-}$ y $HCO_3^-$	0	$2P$	$M - 2P$	M
5	$P = 0$	$HCO_3^-$	0	0	M	M

Fuente: <http://repositorio.sena.edu.co>

Volumen de HCl gastado: muestra de agua antes de pasar por el biofiltro

**Tabla 12.** Volumen de HCl consumido en muestra antes de biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de HCl 0,02N
1	4,2
2	4,0
3	4,1
PROMEDIO $\bar{x}$	4,1
Desviación Estándar S	0,1

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo *t* de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,1 \pm \frac{1,64 * 0,1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,1 - 0,094 = 4,006$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,1 + 0,094 = 4,194$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a descartar el primer dato de la alcalinidad en el cuerpo de agua antes del biofiltro (4,2 mL) y se procede a realizar el cálculo de alcalinidad con el promedio de los datos confiables (muestra 2 y 3)

**Tabla 13.** Volumen consumido de HCl corregido en muestra antes biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de HCl 0,02N
2	4,0
3	4,1
PROMEDIO $\bar{x}$	4,05

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Caso 5  $\rightarrow P=0$

Volumen de alícuota  $\rightarrow 20$  mL

pH  $\rightarrow 4,3$

$$\text{CaCO}_3 \text{ ppm (M)} = \frac{\text{vol [H}^+] * [\text{H}^+] * \left(\frac{\text{pm}}{2}\right)}{\text{vol (mL)agua} * \frac{1\text{L}}{1000}}$$

$$CaCO_3 \text{ ppm (M)} = \frac{4,05 \text{ mL} * 0,02 \text{ N} * \left(\frac{50 \text{ mg CaCO}_3}{1 \text{ meq-g CaCO}_3}\right)}{20 \text{ mL} * \frac{1\text{L}}{1000 \text{ mL}}} = 202,5 \text{ ppm}$$

Relación con la tabla de alcalinidad (F=0)

- $[(OH)] = 0 \text{ ppm}$
- $[(CO_3)] = 0 \text{ ppm}$
- $[(HCO_3)] = M \rightarrow 205 \text{ ppm}$
- **Alcalinidad Total = 202,5 ppm**

Volumen de HCl gastado: muestra de agua después de pasar por el biofiltro

**Tabla 14.** Volumen de HCl consumido en muestra después de biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de HCl 0,02 N
1	2,5
2	2,4
3	2,5
PROMEDIO $\bar{x}$	2,46
Desviación Estándar S	0,057

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo t de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 2,46 \pm \frac{1,64 * 0,057}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 2,46 - 0,054 = 2,406$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 2,46 + 0,054 = 2,514$$

Estableciendo los anteriores rangos se evidencia que los tres datos se encuentran dentro de los límites confiables, por lo tanto se realiza el cálculo de la alcalinidad del cuerpo de agua después del biofiltro con las muestras 1, 2 y 3.

Caso 5  $\rightarrow P=0$

Volumen de alícuota  $\rightarrow 20 \text{ mL}$

pH  $\rightarrow 5,0$

$$CaCO_3 \text{ ppm (M)} = \frac{\text{vol } [H^+] * [H^+] * \left(\frac{\frac{pm}{2}}{1 \text{ meq-g CaCO}_3}\right)}{\text{vol (mL) agua} * \frac{1\text{L}}{1000}}$$

$$\text{CaCO}_3 \text{ ppm (M)} = \frac{2,46 \text{ mL} * 0,02 \text{ N} * \left(\frac{50 \text{ mg CaCO}_3}{1 \text{ meq-g CaCO}_3}\right)}{20 \text{ mL} * \frac{1\text{L}}{1000 \text{ mL}}} = 123 \text{ ppm}$$

Relación con la tabla de alcalinidad (F=0)

- $[(\text{OH})]= 0 \text{ ppm}$
- $[(\text{CO}_3)]= 0 \text{ ppm}$
- $[(\text{HCO}_3)]= M \rightarrow 123 \text{ ppm}$
- **Alcalinidad Total= 123 ppm**
- **Cálculos para determinación de dureza**

Estandarización de EDTA 0,01 M

**Tabla 15.** Datos para estandarización del EDTA

g CaCO <sub>3</sub> en alícuota	0,01
mmol CaCO <sub>3</sub> en alícuota	0,1
Volumen de EDTA consumidos (1)	8 mL
Volumen de EDTA consumidos (2)	7,8 mL
Volumen de EDTA consumidos (3)	7,8 mL
Promedio $\bar{X}$ de Vol EDTA	7,8 mL
Desviación Estándar S	0,115

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo *t* de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{X} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 7,8 \pm \frac{1,64 * 0,115}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 7,8 - 0,108 = 7,692$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 7,8 + 0,108 = 7,908$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a descartar el ensayo 1 pues no está dentro de los límites de confiabilidad y se realiza el cálculo de la concentración real del EDTA con el promedio de las muestras 2 y 3.

**Tabla 16.** Volumen consumido de EDTA corregido en muestra antes biofiltro

Volumen de EDTA consumidos (2)	7,8 mL
Volumen de EDTA consumidos (3)	7,8 mL
Promedio $\bar{X}$ de Vol EDTA	7,8 mL

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$M_{EDTA} = \frac{g \text{ CaCO}_3 \text{ en alicuota}}{\text{Vol EDTA} * \text{mmol CaCO}_3}$$

$$M_{EDTA} = \frac{0,01 \text{ g CaCO}_3}{7,8 \text{ mL} * 0,1 \text{ mmol CaCO}_3} = 0,12 \text{ M}$$

Volumen de EDTA gastado: muestra de agua antes de pasar por el biofiltro

**Tabla 17.** Volumen de EDTA consumido para determinar Ca

ENSAYO	Volumen gastado de EDTA
1	0,2
2	0,3
3	0,5
PROMEDIO $\bar{X}$	0,33
Desviación Estándar S	0,153

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,33 \pm \frac{1,64 * 0,153}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,33 - 0,144 = 0,144$$

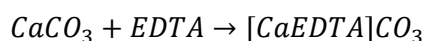
$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,33 + 0,144 = 0,474$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a descartar el ensayo 3 pues no está dentro de los límites de confiabilidad y se realiza el cálculo de la dureza para el cuerpo de agua antes del biofiltro con el promedio de las muestras 1 y 2.

**Tabla 18.** Volumen consumido de EDTA corregido en muestra antes biofiltro

ENSAYO	Volumen gastado de EDTA
1	0,2
2	0,3
PROMEDIO $\bar{X}$	0,25

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio



$$0,25 \text{ mL EDTA} * \frac{0,01 \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL EDTA}} * \frac{1 \text{ mol } CaCO_3}{1 \text{ mol EDTA}} * \frac{1}{0,03 \text{ L}} = 8,33 \times 10^{-5} \text{ mol } \frac{CaCO_3}{L}$$

A continuación se expresa el valor en partes por millón

$$\frac{8,33 \times 10^{-5} \text{ mol } CaCO_3}{L} * \frac{100060 \text{ mg } CaCO_3}{1 \text{ mol } CaCO_3} = 8,33 \frac{\text{mg } CaCO_3}{L}$$

**Tabla 19.** Volumen de EDTA consumido en muestra antes del biofiltro para Ca y Mg

V muestra (mL)	30
V EDTA (mL)	0,3
	0,4
	0,4
PROMEDIO $\bar{X}$	0,36
Desviación Estándar S	0,057

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,36 \pm \frac{1,64 * 0,057}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,36 - 0,054 = 0,306$$

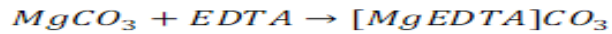
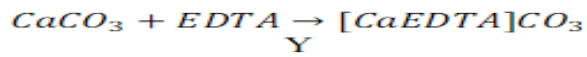
$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,36 + 0,054 = 0,414$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular la dureza cálcica y magnésica para el cuerpo de agua antes del biofiltro con los tres datos de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad.

**Tabla 20.** Volumen consumido de EDTA corregido en muestra antes biofiltro para Ca y Mg

V muestra (mL)	30
V EDTA (mL)	0,3
	0,4
	0,4
PROMEDIO $\bar{X}$	0,36

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio



$$0,36 \text{ mL EDTA} * \frac{0,01 \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL}} * \frac{\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3}{1 \text{ mol EDTA}} * \frac{1}{0,03 \text{ L}}$$

$$= 1,2 \times 10^{-4} (\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3) / \text{L}$$

La dureza relacionada con el magnesio es la diferencia entre la anteriormente hallada y la dureza del calcio

$$\frac{1,2 \times 10^{-4} (\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3)}{\text{L}} - 1,1 \times 10^{-4} \text{ mol} \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}}$$

$$\frac{\text{mol MgCO}_3}{\text{L}} = 1 \times 10^{-5}$$

A continuación se expresa el valor en partes por millón

$$\frac{1 \times 10^{-5} \text{ mol MgCO}_3}{\text{L}} * \frac{84290 \text{ mg MgCO}_3}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 0,84 \frac{\text{mg MgCO}_3}{\text{L}}$$

Volumen de EDTA gastado: muestra de agua después de pasar por el biofiltro

**Tabla 21.** Volumen consumido para determinación de Ca

ENSAYO	Volumen gastado de EDTA
1	0,2
2	0,1
3	0,2
PROMEDIO $\bar{x}$	0,16
Desviación Estándar S	0,057

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo t de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,16 \pm \frac{1,64 * 0,057}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,16 - 0,054 = 0,106$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,16 + 0,054 = 0,214$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular la dureza para el cuerpo de agua después del biofiltro con los tres datos de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad.

$$0,16 \text{ mL EDTA} * \frac{0,01 \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL EDTA}} * \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol EDTA}} * \frac{1}{0,03 \text{ L}} = 5,3 \times 10^{-5} \text{ mol } \frac{\text{CaCO}_3}{\text{L}}$$

A continuación se expresa el valor en partes por millón

$$\frac{5,3 \times 10^{-5} \text{ mol CaCO}_3}{\text{L}} * \frac{100060 \text{ mg CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 5,34 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}}$$

**Tabla 22.** Volumen de EDTA consumido en muestra después del biofiltro para Ca y Mg

V muestra (mL)	30
V EDTA (mL)	0,2
	0,3
	0,2
PROMEDIO $\bar{x}$	0,23
Desviación Estándar S	0,058

Fuente: elaboración práctica a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,23 \pm \frac{1,64 * 0,058}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,23 - 0,055 = 0,175$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,23 + 0,055 = 0,285$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular la dureza cálcica y magnésica para el cuerpo de agua antes del biofiltro con los datos 1 y 3 de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad y se descarta el dato 2.

**Tabla 23.** Volumen consumido de EDTA corregido en muestra antes biofiltro para Ca y Mg

V muestra (mL)	30
V EDTA (mL)	0,2
	0,2
PROMEDIO $\bar{x}$	0,2

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$0,2 \text{ mL EDTA} * \frac{0,01 \text{ mol EDTA}}{1000 \text{ mL}} * \frac{\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3}{1 \text{ mol EDTA}} * \frac{1}{0,03 \text{ L}}$$

$$= 6,66 \times 10^{-5} (\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3) / \text{L}$$

La dureza relacionada con el magnesio es la diferencia entre la anteriormente hallada y la dureza del calcio

$$\frac{6,66 \times 10^{-5} (\text{mol CaCO}_3 + \text{mol MgCO}_3)}{L} - 5,34 \times 10^{-5} \text{ mol} \frac{\text{CaCO}_3}{L}$$

$$\frac{\text{mol MgCO}_3}{L} = 1,32 \times 10^{-5}$$

A continuación se expresa el valor en partes por millón

$$\frac{1,32 \times 10^{-5} \text{ mol MgCO}_3}{L} * \frac{84290 \text{ mg MgCO}_3}{1 \text{ mol MgCO}_3} = 1,11 \frac{\text{mg MgCO}_3}{L}$$

- **Cálculos para determinación de oxígeno disuelto**

Oxígeno disuelto en muestra antes de pasar por el biofiltro

**Tabla 24.** Volumen de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> consumido para OD

ENSAYO	VOL. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [0,025 N]
1	3,1 mL
2	3,15 mL
3	3,21 mL
PROMEDIO $\bar{X}$	3,15 mL
Desviación Estándar S	0,055

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo *t* de Student

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{X} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 3,15 \pm \frac{1,64 * 0,055}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 3,15 - 0,052 = 3,098$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 3,15 + 0,052 = 3,202$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular el oxígeno disuelto para el cuerpo de agua antes del biofiltro con los datos 1 y 2 de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad y se descarta el dato 3.

**Tabla 25.** Volumen corregido de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> consumido para OD

ENSAYO	VOL. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [0,025 N]
1	3,1 mL
2	3,15 mL
PROMEDIO $\bar{x}$	3,12 mL

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{mg de } \frac{OD}{L} = \frac{\text{Volumen de Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * \text{Normalidad Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 8000 * \text{Volumen de botella}}{\text{mL de muestra valorada} * (\text{Volumen de la botella} - 2)}$$

$$\text{mg de } \frac{OD}{L} = \frac{3,12 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 0,025 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 * 8000 * 300 \text{ mL}}{100 \text{ mL} * (300 \text{ mL} - 2 \text{ mL})}$$

$$\text{mg de } \frac{OD}{L} = 6,28 \text{ ppm}$$

Oxígeno disuelto en muestra después de pasar por el biofiltro

**Tabla 26.** Volumen de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> consumido para OD

ENSAYO	VOL. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [0,025 N]
1	4,1 mL
2	4,3 mL
3	4,5 mL
PROMEDIO $\bar{x}$	4,3 mL
Desviación Estándar S	0,2

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,3 \pm \frac{1,64 * 0,2}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,3 - 0,189 = 4,111$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 4,3 + 0,189 = 4,489$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular el oxígeno disuelto para el cuerpo de agua después del biofiltro con los datos 1 y 2 de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad y se descarta el dato 3.

**Tabla 27.** Volumen corregido de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> consumido para OD

ENSAYO	VOL. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [0,025 N]
1	4,1 mL
2	4,3 mL
PROMEDIO $\bar{X}$	4,2 mL

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$mg\ de\ \frac{OD}{L} = \frac{4,2\ mL\ Na_2S_2O_3 * 0,025\ N\ Na_2S_2O_3 * 8000 * 300\ mL}{100\ mL * (300\ mL - 2\ mL)}$$

$$mg\ de\ \frac{OD}{L} = 8,45\ ppm$$

- **Cálculos para determinación de demanda química de oxígeno**

**Tabla 28.** Absorbancia de patrones para curva de calibración

Patrón	Abs	Abs Corregida
Agua	-0,009	0,000
Blanco	2,188	0,000
50	2,108	0,080
100	1,657	0,531
150	1,535	0,653
200	1,079	1,109
300	0,363	2,012

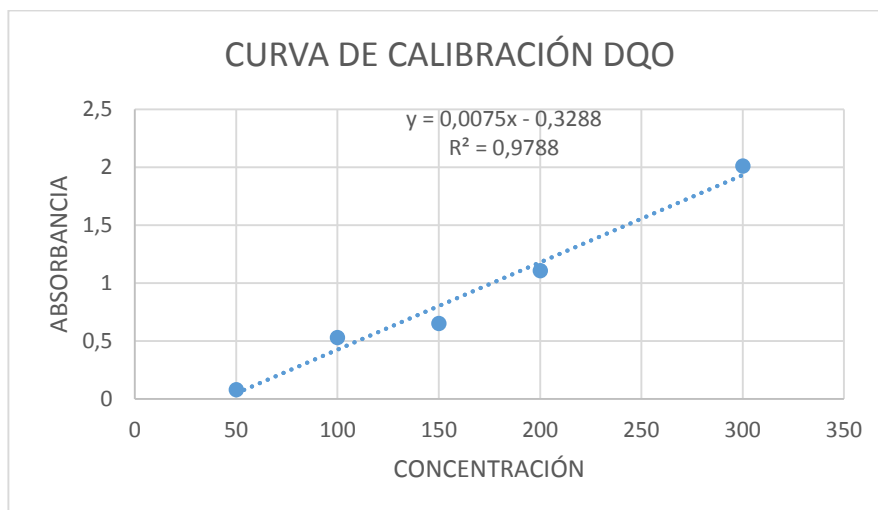
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Tabla 29.** Absorbancia de muestras de agua

Muestra	Abs	Abs Corregida
Antes biofiltro	1,909	0,279
Después biofiltro	2,078	0,110

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Gráfica 1:** Curva de calibración para la determinación de oxígeno



Preparando los diferentes patrones se realizó la curva de calibración, con la misma se obtuvo la ecuación de la recta, y se despejó la concentración (x) de Oxígeno en el agua conociendo la absorbancia de las muestras (y).

Antes del Biofiltro

$$x = \frac{y + b}{m} * \frac{5mL}{1mL} = \frac{0,279 + 0,3288}{0,0075} * \frac{5mL}{1mL} = 405,2 \text{ ppm } O_2$$

Después de Biofiltro

$$x = \frac{y + b}{m} * \frac{5mL}{1mL} = \frac{0,110 + 0,3288}{0,0075} * \frac{5mL}{1mL} = 292,53 \text{ ppm } O_2$$

Porcentaje de Remoción de Materia Orgánica

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[inicial] - [final]}{[inicial]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[405,2] - [292,53]}{[405,2]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = 27,81$$

- Cálculos para determinación de metales pesados (Pb, Mn, Cr)

Plomo

**Tabla 30.** Absorbancias de Plomo para curva de calibración

PLOMO				
Patrón [ppm]	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio
2	0,041	0,04	0,042	0,041
5	0,089	0,091	0,091	0,090
8	0,15	0,149	0,148	0,149
10	0,18	0,181	0,18	0,180

Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

**Tabla 31.** Absorbancias de muestras para determinar plomo

Muestras	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio	Desviación estándar S
Antes de biofiltro	0,006	0,006	0,007	0,0063	$5,77 * 10^{-4}$
Después de Biofiltro	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

*Estadígrafo t de Student*

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

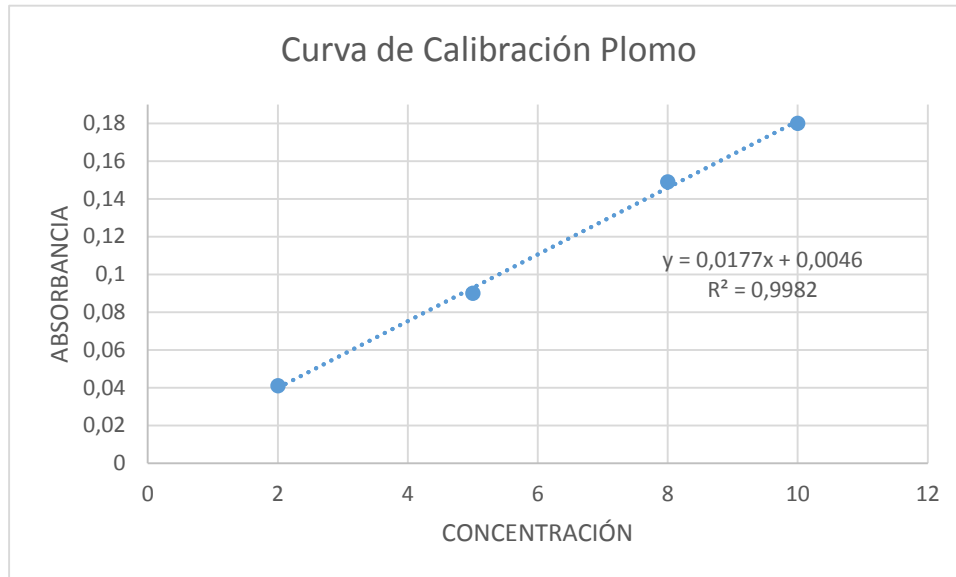
$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0063 \pm \frac{1,64 * 5,77 * 10^{-4}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0063 - 5,46 * 10^{-4} = 0,0057$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0063 + 5,46 * 10^{-4} = 0,0068$$

Estableciendo los anteriores rangos se procede a calcular la presencia de Plomo para el cuerpo de agua antes del biofiltro con los datos 1 y 2 de los ensayos pues están dentro de los límites de confiabilidad y se descarta el dato 3.

**Grafica 2:** Curva de calibración para la determinación de Plomo



Preparando los diferentes patrones se realizó la curva de calibración, con la misma se obtuvo la ecuación de la recta, y se despejó la concentración (x) de Plomo en el agua conociendo la absorbancia de las muestras (y).

- Antes de pasar por el biofiltro

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{0,006 - 0,0046}{0,0177} = 0,080 \text{ ppm Pb}$$

- Después de pasar por el biofiltro

$$x = \frac{y + b}{m} = \frac{0 - 0,0046}{0,0177} = 0 \text{ ppm Pb}$$

- Porcentaje de Remoción de Plomo

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[inicial] - [final]}{[inicial]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = \frac{[0,096] - [0]}{[0,096]} * 100$$

$$\% \text{ Remoción} = 100$$

## Cromo

**Tabla 32.** Absorbancias de patrones de Cromo para curva de calibración

CROMO				
Patrón [ppm]	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio
0,5	0,02	0,019	0,019	0,019
1	0,035	0,037	0,037	0,036
2	0,06	0,061	0,06	0,060
5	0,122	0,121	0,123	0,122

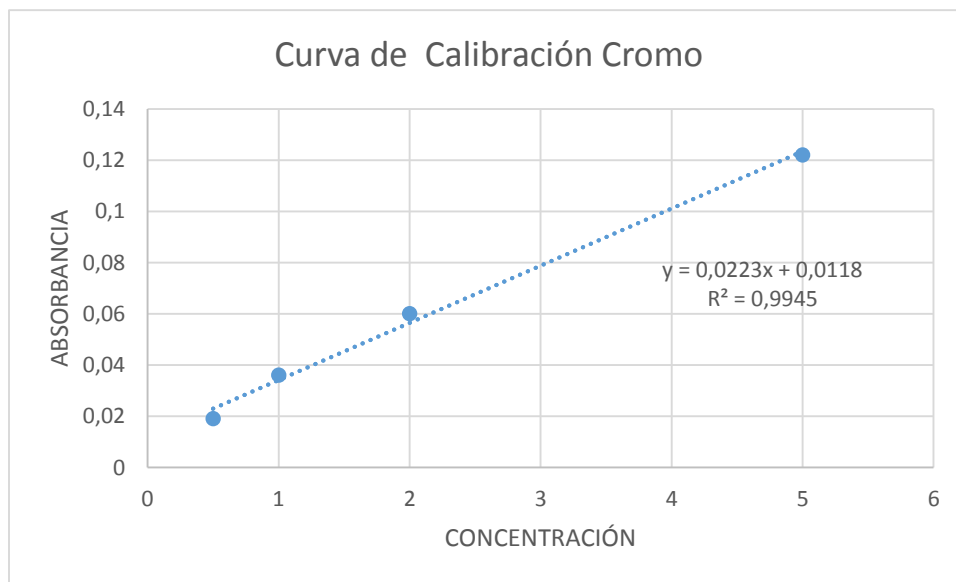
Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

**Tabla 33.** Absorbancia de muestras para determinar Cromo

Muestras	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio
Antes de biofiltro	0	0	0	0
Después de Biofiltro	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

**Grafico 3:** Curva de calibración para determinación de Cromo



Para el caso del cromo no es detectable la presencia del metal en el cuerpo de agua, como la absorbancia presente en las muestras arrojan lecturas da ceros se infiere que no hay presencia de este metal en las muestras de agua del Humedal.

## Manganeso

**Tabla 34.** Absorbancias de Manganeso para curva de calibración

MANGANESO				
Patrón [ppm]	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio
0,5	0,038	0,038	0,037	0,038
1	0,064	0,066	0,065	0,065
1,5	0,097	0,096	0,097	0,097
2	0,123	0,122	0,121	0,122

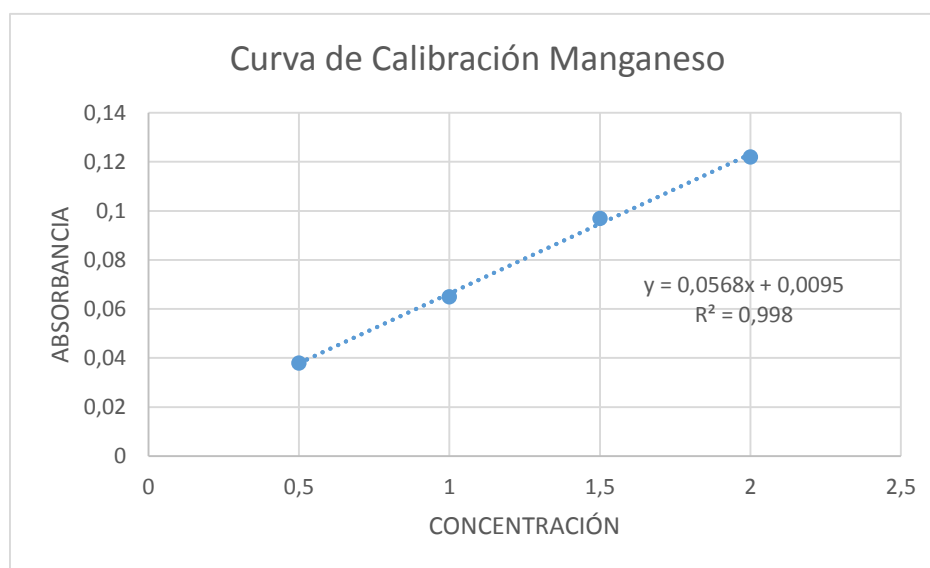
Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

**Tabla 35.** Absorbancia de muestras para determinar Manganeso

Muestras	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Promedio
Antes de biofiltro	0,006	0,006	0,008	0,0067
Después de Biofiltro	0,002	0,003	0,002	0,0023

Fuente: Elaboración propia a partir de lecturas en el equipo de espectrofotometría

**Gráfica 4:** Curva de calibración para determinación de Manganeso



En el caso del manganeso el espectrofotómetro de absorción atómica reporta lecturas muy bajas de este metal debido al límite de detección, pues al ser tan bajas las lecturas este metal las mismas se desfasan de la curva de calibración y por ello se reportan los datos obtenidos por debajo de 0 ppm par este metal en agua del Humedal.

## ANEXO 7

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N°7: Análisis Fisicoquímico a especie vegetal (Junco) del Humedal La Vaca

Objetivo: Determinar la absorción de plomo por parte del biofiltro del Humedal en raíz y en tallo

Dirigido a: Población a examinar del Humedal la Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de análisis: 3 semanas

Recursos: Instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional – Muestras de planta emergente del Humedal La Vaca

Fecha: abril de 2018

- Procedimientos desarrollados

#### Descontaminación de las muestras

1. Las muestras (raíz antes de biofiltro, tallo antes de biofiltro, raíz después de biofiltro, tallo después de biofiltro) frescas se lavan con agua potable, luego con ácido clorhídrico 0,1 mol/L o con solución detergente y se enjuagan con agua destilada o desionizada
2. Después de la descontaminación, las muestras deben secarse inmediatamente para estabilizar el tejido y detener las reacciones enzimáticas. (Sadzawka R.,A et al, 2007, p.09)

#### Secado de las muestras

1. Las muestras limpias deben ser cortadas en pequeños trozos y rotuladas
2. Agregar más o menos 10g a 4 cápsulas de porcelana, con el rotulo correspondiente
3. Introducir en la estufa para iniciar secado a 105°C durante aproximadamente 24 horas. (Sadzawka R.,A et al, 2007, p.10)

#### Calcinación de las muestras

1. Coloque a tarar previamente doce capsulas de porcelana (ensayos por triplicado a cada muestra) durante 1 hora en estufa a 105°C hasta obtener peso constante
2. Pese las capsulas de porcelanas cuando están vacías
3. En las capsulas taradas pese de 1 a 2g por triplicado de cada muestra
4. Con ayuda de unas pinzas para crisol y un mechero, flamee las muestras hasta conseguir coloraciones oscuras

5. Introduzca las muestras a una mufla a 500°C durante 8 horas (en caso de requerir más calcinación mantenga la temperatura por más horas)
6. Saque las muestras de la mufla y dispóngalas en un desecador y espere a que se enfríen
7. Pese las muestras (Sadzawka R.,A et al, 2007, p.13)

#### Digestión de la muestra y curva para lectura de Pb en la muestra

1. Transfiera las cenizas de cada muestra a un vasos de precipitado de 100 mL previamente rotulados
2. Tape con vidrios de reloj para evitar pérdida de muestra
3. Adicione 4 mL de ácido nítrico concentrado
4. Disponga los vasos en una plancha de calentamiento a temperatura controlada de manera que las muestras no ebulan, no salpiquen y no se pierda muestra
5. Filtre las muestras con papel cualitativo directamente en matraces de 10 mL
6. Realice lavados cuantitativos al material de laboratorio para evitar pérdida de muestra
7. Lleve los matraces a volumen con agua destilada
8. Prepare un blanco con 4 mL de [HNO<sub>3</sub>] y agua (Sadzawka R.,A et al, 2007, p.14)

#### Lectura en espectrofotómetro de absorción atómica

1. Prepare patrones de Pb a partir de solución stock con las siguientes concentraciones: 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 5 ppm, 8 ppm, 10 ppm.
2. Utilice llama aire-acetileno para la lámpara de plomo
3. Realice la lectura por triplicado de cada patrón
4. Realice la curva de calibración para el plomo
5. Realice la lectura de la absorción de las muestras que se encuentran por triplicado
6. Calcule el promedio de absorbancia de las muestras
7. Realice tratamiento estadístico a las muestras
8. Determine la concentración de plomo mediante la fórmula de la curva de calibración. (Sadzawka R.,A et al, 2007, p.108-139)

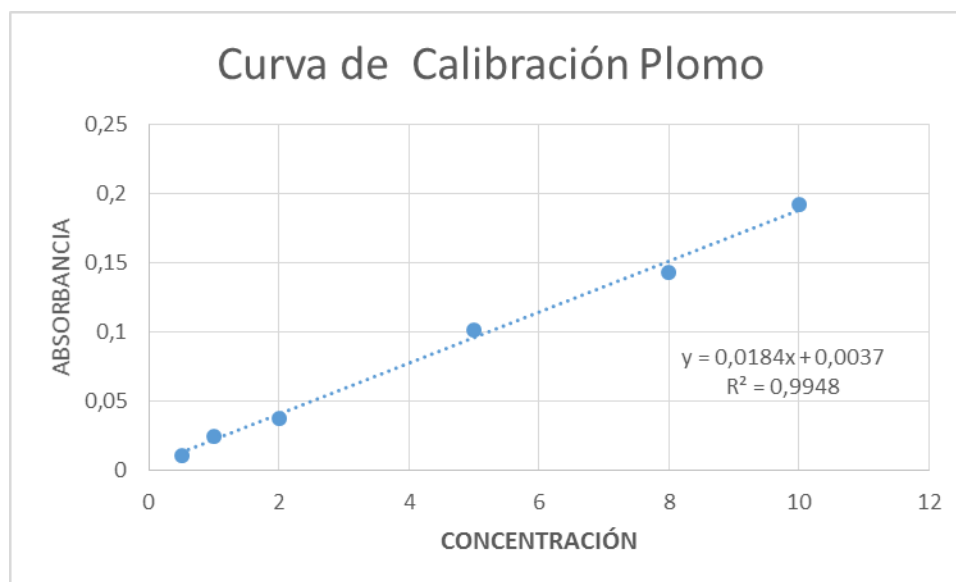
**Tabla 1.** Absorción de los patrones correspondientes a Pb para curva de calibración

<b>PLOMO</b>				
<b>Patrón [ppm]</b>	<b>Abs 1</b>	<b>Abs 2</b>	<b>Abs 3</b>	<b>Promedio</b>
0,5	0.009	0,01	0,012	0,011
1	0,024	0,025	0,025	0,025
2	0,038	0,039	0,037	0,038
5	0,1	0,104	0,102	0,102

8	0,144	0,143	0,142	0,143
10	0,192	0,192	0,193	0,192

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Gráfica 1.** Curva de calibración para la determinación de Pb en el biofiltro



### Muestra Raíz antes

**Tabla 2.** Absorbancias para muestras de la raíz al inicio del biofiltro

<i>Muestras de Raíz Antes del Biofiltro</i>				
<i>Muestra</i>	<i>ABS 1</i>	<i>ABS 2</i>	<i>ABS 3</i>	<i>Promedio <math>\bar{X}</math> muestras individuales</i>
<i>M1</i>	<i>0,008</i>	<i>0,008</i>	<i>0,008</i>	<i>0,008</i>
<i>M2</i>	<i>0,012</i>	<i>0,012</i>	<i>0,012</i>	<i>0,012</i>
<i>M3</i>	<i>0,015</i>	<i>0,014</i>	<i>0,012</i>	<i>0,0136</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Tabla 3.** Datos de tratamiento estadístico de las muestras

<b>Muestra</b>	<b>Promedio de ABS (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación Estándar S</b>
Raíz Antes de biofiltro	0,0112	$2,88 * 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Estadígrafo *t* de Student muestra Raíz antes

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0112 \pm \frac{1,64 * (2,88 * 10^{-3})}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0112 - (2,72 * 10^{-3}) = 8,48 * 10^{-3}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0112 + (2,72 * 10^{-3}) = 0,014$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los tres datos para las muestras.

Concentración de Pb en Muestra Raíz antes

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{0,0112 - 0,0037}{0,0184} = 0,407 \text{ ppm Pb}$$

Porcentaje de Pb en Muestra Raíz antes

**Tabla 4.** Pesos de muestras para la raíz al inicio de biofiltro

Muestra	Peso (g)
1	0,9002
2	0,8454
3	0,8445
PROMEDIO $\bar{x}$	0,8633
Desviación Estándar <i>S</i>	0,0319

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,8633 \pm \frac{1,64 * 0,0319}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,8633 - (0,0302) = 0,8331$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,8633 + (0,0302) = 0,8935$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos 2 y 3, por ende el dato 1 se descarta

**Tabla 5.** Pesos corregidos de muestras para la raíz al inicio de biofiltro

Muestra	Peso (g)
2	0,8454
3	0,8445
PROMEDIO $\bar{X}$	0,8449

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\% Pb = ppm Pb * Vol de aforo * \frac{100\%}{g muestra}$$

$$\% Pb = 0,407 ppm Pb * 10 mL * \frac{100\%}{0,8449 g muestra}$$

$$\% Pb = 4,82$$

### Muestra Raíz después

**Tabla 6.** Absorbancias para muestras de la raíz al finalizar el biofiltro

<i>Muestras de Raíz Después del Biofiltro</i>				
Muestra	ABS 1	ABS 2	ABS 3	Promedio $\bar{X}$ muestras individuales
M4	0,035	0,035	0,035	0,0350
M5	0,032	0,033	0,033	0,0326
M6	0,040	0,041	0,042	0,0410

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Tabla 7.** Datos de tratamiento estadístico de las muestras

Muestra	Promedio de ABS ( $\bar{X}$ )	Desviación Estándar S
Raíz Después de biofiltro	0,0362	$4,32 * 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

### Estadígrafo t de Student Raíz Después

$$Limite de confianza (L.C) = \bar{X} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0362 \pm \frac{1,64 * (4,32 * 10^{-3})}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0362 - (4,09 * 10^{-3}) = 0,0321$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0362 + (4,09 * 10^{-3}) = 0,0403$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos de la muestra 4 y 5, por ende se descarta el dato de la muestra número 6 para las muestras

**Tabla 8.** Absorbancias corregidas para muestras de la raíz al finalizar el biofiltro

Muestra	Absorbancia
4	0,0350
5	0,0326
PROMEDIO $\bar{x}$	0,0338

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Concentración de Pb en Muestra Raíz Después

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{0,0338 - 0,0037}{0,0184} = 1,635 \text{ ppm Pb}$$

Porcentaje de Pb en Muestra Raíz Después

**Tabla 9.** Pesos de muestras para la raíz al inicio de biofiltro

Muestra	Peso (g)
4	1,6559
5	1,6705
6	1,6416
PROMEDIO $\bar{x}$	1,6560
Desviación Estándar S	0,0144

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,6560 \pm \frac{1,64 * 0,0144}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,6560 - (0,0165) = 1,6395$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 1,6560 + (0,0165) = 1,6725$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con todos los datos, pues están dentro del límite de confiabilidad

$$\% Pb = ppm Pb * Vol de aforo * \frac{100\%}{g muestra}$$

$$\% Pb = 1,635 ppm Pb * 10 mL * \frac{100\%}{1,6560g muestra}$$

$$\% Pb = 9,87$$

### Muestra Tallo Antes

**Tabla 10.** Absorbancias para muestras del tallo al iniciar el biofiltro

<i>Muestras de Raíz Después del Biofiltro</i>				
<i>Muestra</i>	<i>ABS 1</i>	<i>ABS 2</i>	<i>ABS 3</i>	<i>Promedio <math>\bar{X}</math> muestras individuales</i>
<i>M7</i>	<i>0,009</i>	<i>0,008</i>	<i>0,010</i>	<i>0,0090</i>
<i>M8</i>	<i>0,011</i>	<i>0,010</i>	<i>0,010</i>	<i>0,0103</i>
<i>M9</i>	<i>0,009</i>	<i>0,011</i>	<i>0,011</i>	<i>0,0103</i>

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Tabla 11.** Datos de tratamiento estadístico de las muestras

<b>Muestra</b>	<b>Promedio de ABS (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación Estándar S</b>
Raíz Después de biofiltro	0,010	$7,50 * 10^{-4}$

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

*Estadígrafo t de Student muestra Tallo Antes*

$$Limite de confianza (L.C) = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$Limite de confianza (L.C) = 0,010 * 10^{-3} \pm \frac{1,64 * (7,50 * 10^{-4})}{\sqrt{3}}$$

$$Limite de confianza (L.C) = 0,010 - (7,1 * 10^{-4}) = 0,0093$$

$$Limite de confianza (L.C) = 0,010 + (7,1 * 10^{-4}) = 0,0107$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos de la muestra 8 y 9, por ende se descarta el dato de la muestra número 7 para las muestras.

**Tabla 12.** Absorbancias corregidas para muestras del tallo al iniciar el biofiltro

<b>Muestra</b>	<b>Absorbancia</b>
8	0,0103

9	0,0103
PROMEDIO $\bar{X}$	0,0103

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Concentración de Pb en Muestra Tallo Antes

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{0,0103 - 0,0037}{0,0184} = 0,36 \text{ ppm Pb}$$

Porcentaje de Pb en Muestra Tallo Antes

**Tabla 13.** Pesos de muestras para el tallo al iniciar el biofiltro

Muestra	Peso (g)
7	0,9476
8	0,9463
9	0,9418
PROMEDIO $\bar{X}$	0,9452
Desviación Estándar $S$	0,0034

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9452 \pm \frac{1,64 * 0,0034}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9452 - (0,0032) = 0,9420$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9452 + (0,0032) = 0,9484$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos de las muestras 7 y 8 pues están dentro del límite de confiabilidad, por ello se descarta el dato número 9.

**Tabla 14.** Pesos corregidos de muestras para del tallo al iniciar el biofiltro

Muestra	Peso (g)
7	0,9476
8	0,9463
PROMEDIO $\bar{X}$	0,9469

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\% \text{ Pb} = \text{ppm Pb} * \text{Vol de aforo} * \frac{100\%}{g \text{ muestra}}$$

$$\% Pb = 0,36 \text{ ppm Pb} * 10 \text{ mL} * \frac{100\%}{0,9469 \text{ g muestra}}$$

$$\% Pb = 3,8$$

### Muestra Tallo Después

**Tabla 15.** Absorbancias para muestras del tallo al finalizar el biofiltro

<i>Muestras de Raíz Después del Biofiltro</i>				
<i>Muestra</i>	<i>ABS 1</i>	<i>ABS 2</i>	<i>ABS 3</i>	<i>Promedio <math>\bar{X}</math> muestras individuales</i>
<i>M10</i>	<i>0,024</i>	<i>0,023</i>	<i>0,024</i>	<i>0,0236</i>
<i>M11</i>	<i>0,014</i>	<i>0,015</i>	<i>0,014</i>	<i>0,0143</i>
<i>M12</i>	<i>0,010</i>	<i>0,008</i>	<i>0,008</i>	<i>0,0090</i>

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

**Tabla 16.** Datos de tratamiento estadístico de las muestras

<b>Muestra</b>	<b>Promedio de ABS (<math>\bar{X}</math>)</b>	<b>Desviación Estándar S</b>
Raíz Después de biofiltro	0,0156	0,0074

Fuente: elaboración propio a partir de resultados de laboratorio

### Estadígrafo t de Student muestra Tallo Después

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0156 * 10^{-3} \pm \frac{1,64 * (0,0074)}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0156 - (0,0070) = 0,0086$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,0156 + (0,0070) = 0,0226$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos de la muestra 11 y 12, por ende se descarta el dato de la muestra número 10 para las muestras.

**Tabla 17.** Datos corregidos de tratamiento estadístico de las muestras

<b>Muestra</b>	<b>Absorbancia</b>
11	<i>0,0143</i>
12	<i>0,0090</i>
PROMEDIO $\bar{X}$	<i>0,0116</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

Concentración de Pb en Muestra Tallo Después

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{0,0116 - 0,0037}{0,0184} = 0,43 \text{ ppm Pb}$$

Porcentaje de Pb en Muestra Tallo Después

**Tabla 18.** Pesos de muestras del tallo al finalizar el biofiltro

Muestra	Peso (g)
10	0,9472
11	0,9724
12	0,9507
PROMEDIO $\bar{X}$	0,9567
Desviación Estándar S	0,0136

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = \bar{x} \pm \frac{t * S}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9567 \pm \frac{1,64 * 0,0136}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9567 - (0,0128) = 0,9439$$

$$\text{Limite de confianza (L.C)} = 0,9567 + (0,0128) = 0,9695$$

En el análisis estadístico y dentro de los límites de confiabilidad se puede trabajar con los datos de la muestra 10 y 12, por ende se descarta el dato de la muestra número 11 para las muestras.

**Tabla 19.** Pesos corregidos de muestras del tallo al finalizar el biofiltro

Muestra	Peso (g)
10	0,9472
12	0,9507
PROMEDIO $\bar{X}$	0,9489

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de laboratorio

$$\% Pb = ppm Pb * Vol de aforo * \frac{100\%}{g \text{ muestra}}$$

$$\% Pb = 0,43 \text{ ppm Pb} * 10 \text{ mL} * \frac{100\%}{0,9489 \text{ g muestra}}$$

$$\% Pb = 4,53$$

**Tabla 20.** Concentraciones de Plomo en las muestras del biofiltro del Humedal

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA AL BIOFILTRO DEL HUMEDAL LA VACA		
PARAMETRO	INICIO DEL BIOFILTRO	FIN DEL BIOFILTRO
Concentración de Pb en Raíz	0,407 ppm	1,635 ppm
Porcentaje de Pb en Raíz	4,82 %	9,87 %
Concentración de Pb en Tallo	0,360 ppm	0,430 ppm
Porcentaje de Pb en Tallo	3,8 %	4,53 %

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio



**Imagen 1.** Tallo del junco al inicio y al final del biofiltro



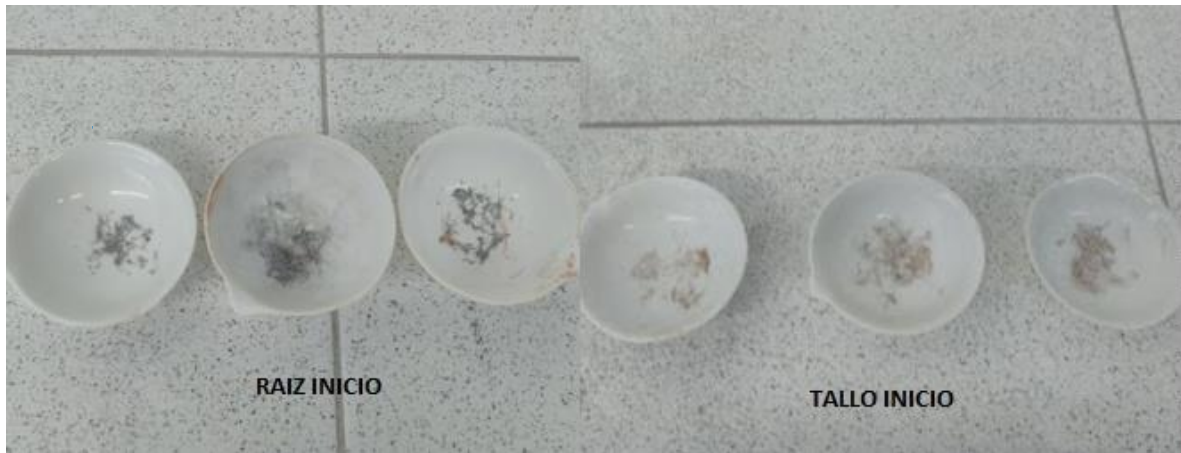
**Imagen 2.** Raíz del junco al inicio y al final del biofiltro



**Imagen 3.** Preparación de muestras (corte y secado)



**Imagen 4.** Preparación de muestras (digestión y filtrado)



**Imagen 5.** Muestras calcinadas de raíz y tallo al inicio del biofiltro



**Imagen 6.** Muestras calcinadas de raíz y tallo al final del biofiltro



**Imagen 7.** Muestras preparadas para leer en espectrofotómetro

## ANEXO 8

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN N°8: Informe a la comunidad

Objetivo: Indagar los saberes obtenidos por parte de la población frente al estudio  
Dirigido a: Población a examinar del Humedal la Vaca grupo “Guardianes del Agua”

Tiempo aproximado de análisis: 2 horas

Recursos: Instalaciones del Humedal La Vaca

Fecha: 5 de mayo de 2018

#### • Preguntas de encuesta

1. Crees que los conocimientos científicos son importantes para el cuidado de tu humedal
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
2. Es importante compartir tus conocimientos con la comunidad
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
3. Se puede dar explicación a los conocimientos tradicionales o ancestrales que tienes mediante los conocimientos científicos
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
4. Mediante los conocimientos científicos se puede ayudar a la preservación del humedal
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
5. Con la explicación científica te interesas en cuidar tu Humedal
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
6. Con los saberes ancestrales puedes formular hipótesis del funcionamiento del biofiltro
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo
7. Con los conocimientos científicos puedes dar explicación a los fenómenos de fitorremediación que ocurren en el Humedal
  - a) Muy de acuerdo
  - b) Algo en acuerdo
  - c) Muy en desacuerdo

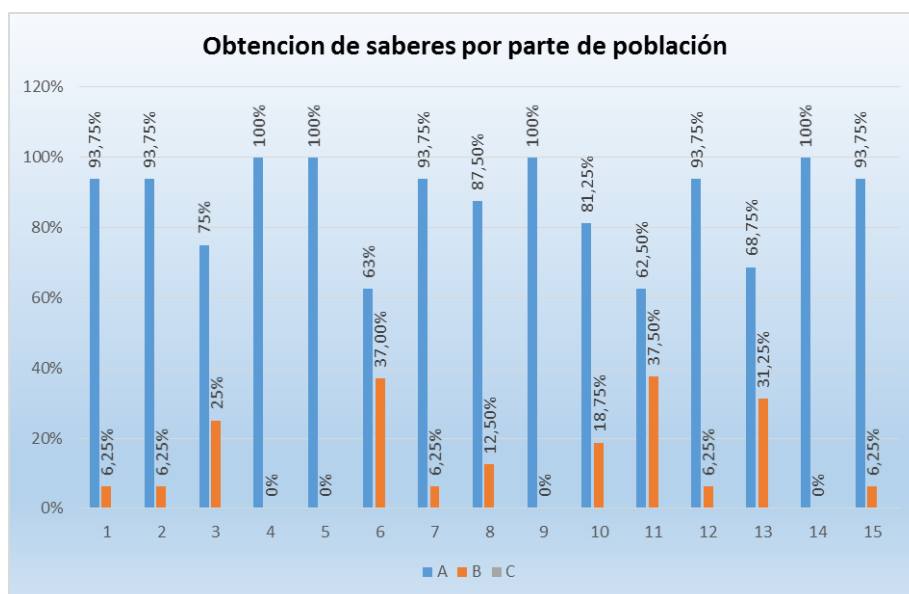
8. Crees que es importante compartir tu explicación científica con la comunidad  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
9. Crees que puedes respetar la opinión y conocimientos de los demás integrantes de la comunidad cuando exponen diferentes explicaciones científicas  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
10. ¿Te motiva realizar prácticas científicas para dar explicación a los fenómenos que ocurren en tu ecosistema?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
11. ¿Crees que es importante comprobar los hechos ancestrales mediante métodos científicos?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
12. ¿Con lo expuesto en este proyecto investigativo te motivas a realizar procedimientos científicos?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
13. ¿Entiendes la importancia de la fitorremediación en el Humedal?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
14. ¿Entiendes el papel que cumple el Junco como biofiltro en el Humedal?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo
15. ¿Con la explicación científica puedes darle explicación a la contaminación presente en el Humedal?  
a) Muy de acuerdo b) Algo en acuerdo c) Muy en desacuerdo

**Tabla 1.** Cuantificación de las respuestas presentadas por la población

Pregunta	R-A	R-B	R-C
1	15	1	0
2	15	1	0
3	12	4	0
4	16	0	0
5	16	0	0
6	10	6	0
7	15	1	0
8	14	2	0
9	16	0	0
10	13	3	0
11	10	6	0
12	15	1	0
13	11	5	0
14	16	0	0
15	15	1	0

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta aplicada

**Gráfica 1.** Relación de saberes científicos obtenidos con los ancestrales





**Imagen 1.**Exposición final a “Guardianes del Agua” sobre estudio ambiental del Humedal