**CONVOCATORIA INTERNA DE INVESTIGACIÓN AÑO 2021**

**ID CONVOCATORIA: 269 – FECHA REPORTE: 17-08-2021**

**ID PROPUESTA: 11088**

**1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

|  |  |
| --- | --- |
| **1.1. TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:** Fortalecimiento de competencias para el desarrollo sostenible en una industria de curtiembres en Bogotá D.C. desde el diseño de un AVA articulando la Química ambiental y un modelo piloto aprovechando las virutas del Wet blue para la remoción de Cromo | |
| **1.2. NOMBRE DEL(OS) GRUPO(S) DE INVESTIGACIÓN:**  1. Didáctica y sus ciencias | |
| **1.3. ESTADO DEL(OS) GRUPO(S) DE INVESTIGACIÓN EN COLCIENCIAS:** | Grupo 1: B |
| **1.4 MODALIDAD:**  Escriba la modalidad en la cual se inscribe la propuesta de acuerdo a los términos de referencia de la convocatoria | MODALIDAD 1. INVESTIGACIÓN EN LAS LÍNEAS DE LOS GRUPOS CONSOLIDADOS |
| **1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y/O EJE DEL PDI**  Registre la línea de investigación en la cual se inscribe la propuesta y/o el eje del Plan de Desarrollo Institucional 2014-2019 al que aporta la propuesta (si aplica) | **Nombre de la línea de investigación del grupo:**  No aplica para esta convocatoria |
| **Nombre del eje del PDI:** |
| **1.6. UNIDAD ACADÉMICA**  Registre la unidad académica en donde se origina el proyecto, Facultad y departamento, Doctorado Interinstitucional en Educación o IPN | Facultad de Ciencia y Tecnología |
| **1.7. DURACIÓN:**  Indique la(s) vigencia(s) en la que se ejecutará el proyecto (revise términos de referencia para definir el tiempo). | 12 Meses |
| **1.8. COFINANCIACIÓN:**  Indiqué si el proyecto será ejecutado y financiado por otra institución diferente a la Universidad Pedagógica Nacional (recuerde que se debe anexar la carta de aval de cada institución con el valor de la contrapartida) | Ninguna |
| **1.9. RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO**  Corresponde al cálculo aproximado del costo de las horas solicitadas por los profesores que participaran en el desarrollo de la investigación. | **$65,477,952** |
| **1.10. RECURSOS DE INVERSIÓN:** Corresponde al valor de los recursos solicitados para el desarrollo del proyecto. (No puede exceder el máximo establecido en los términos de referencia de la convocatoria). | **$26,000,000** |
| **1.11. TOTAL DE COFINANCIACIÓN:** Escriba el valor de los recursos proyectados por cofinanciación (Solo para los proyectos que posean este tipo de recurso). | **$0** |
| **1.12. TOTAL RECURSOS:**  Suma de los valores de las dos o tres casillas anteriores (según corresponda a la modalidad). | **$91,477,952** |
| **1.13. NOMBRE(S) Y APELLIDO(S) DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL[[1]](#footnote-1)**: Dora Luz Gomez Aguilar | |
| **1.14. No DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN:**  (Marque con una (X) el tipo de documento y escriba el número de identificación del investigador principal) | Cédula de ciudadania |
| **№ 52070573** |
| **1.15. TIPO DE VINCULACIÓN:**  Indique el tipo de vinculación del investigador principal (Revise términos de referencia) | Planta |

**2. CONTENIDO DE LA PROPUESTA**

**EJE/ÁREA TEMÁTICA**

El presente proyecto se desarrollará a través del grupo de investigación “Didáctica y sus Ciencias” en la línea “Incorporación de la Educación Ambiental al Currículo de Ciencias” del Departamento de Química adscrito a la Universidad Pedagógica Nacional. El propósito será aportar al Eje 3 “Proyección Social” del PDI 2020-2024 en el Programa 2 “Extensión y proyección social para la paz y la sustentabilidad ambiental”.  
Las contribuciones de esta propuesta investigativa tanto al eje del PDI 2020-2024 y a la línea del grupo de investigación mencionados, serán:   
1. Visibilizar la labor realizada por el equipo de investigadores del Departamento de Química, cuyo trabajo se vincula con el eje 3 del PDI, así como a programas y proyectos del Eje relacionados con la proyección social y la sustentabilidad ambiental. Lo anterior, desde el planteamiento de aportes (artículos, estrategias educativas, propuestas de intervención educativa, etc.) a la labor de formar ciudadanos, en diferentes niveles educativos y poblaciones, en el marco de la didáctica de las Ciencias, en particular de la Química, con proyección científica, tecnológica, ambiental, económica y social; esto, desde la identificación y análisis de las necesidades de una determinada comunidad llevando a la formulación de posibles soluciones según los retos educativos, sociales y ambientales, en el presente y hacia el futuro, así como las implicaciones didácticas respectivas.  
2. Divulgar la aplicación del conocimiento disciplinar y pedagógico-didáctico en la formación ciudadana -saber conocer, saber hacer, saber ser-, así como el desarrollo y/o fortalecimiento de competencias para el desarrollo sostenible, en términos del análisis crítico y sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones, a propósito de la Educación para el desarrollo sostenible. Lo anterior desde la producción académica, interacción con la comunidad, así como la socialización en eventos locales, nacionales o internacionales.  
3. Abrir nuevos y diferentes campos de estudio e investigación con respecto al diseño y utilización de tecnologías limpias en el tratamiento de aguas residuales industriales bajo estrategias educativas y con las competencias para el desarrollo sostenible, en sectores industriales..

***MÓDULO I***

* 1. **RESUMEN EJECUTIVO**

El sector de las curtiembres de San Benito en Bogotá D.C., ha generado importantes situaciones socio-ambientales difíciles en la zona y sus alrededores, donde se lleva a cabo esta actividad económica de larga tradición y sustento de varias familias del lugar. Estas situaciones provienen, particularmente, de los vertimientos de aguas residuales no tratadas, en cuya composición sobresalen las altas concentraciones de cromo (Cr), utilizado en el proceso de transformación de las pieles de los animales; las cuales, al ser descargadas a cuerpos de agua superficiales, como el río Tunjuelo, alteran la salud ambiental y humana.   
Este tipo de problemáticas, dentro del marco de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) ha sido abordada por algunos autores como una cuestión socialmente viva/sociocientífica y socio-ambiental; ilustrando los componentes tecnológico, científico, económico, político, social y ambiental inmersos allí, en diversos espacios y niveles educativos; vinculando la Química ambiental (contaminación del agua, repercusión de las sustancias empleadas, entre otros) hacia el fortalecimiento de importantes habilidades científicas y competencias para el desarrollo sostenible (DS).  
Con base en lo anterior, la presente propuesta investigativa tendrá como objetivo general evaluar la incidencia de un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) en el fortalecimiento de las competencias para el DS -análisis crítico y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras-; el cual vinculará aspectos de la Química Ambiental y un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala basado en virutas del Wet Blue, para la remoción de Cr en aguas residuales provenientes de la etapa de curtido generadas en una industria de curtiembres situada en San Benito (Bogotá D.C.). La propuesta presentará un enfoque mixto con alcance exploratorio-descriptivo, siguiendo un diseño secuencial explicativo; la delimitación espacio-temporal del proyecto tendrá un año en su diseño, ejecución y análisis de los resultados, cuyos participantes serán los miembros de una curtiembre ubicada en dicho lugar. Las cuatro fases metodológicas, en concordancia con los 4 objetivos específicos y 8 metas planteadas, incluirán la revisión documental sobre las variables óptimas de adsorción empleando las virutas del Wet Blue; así, como el diseño e implementación de un modelo piloto aprovechando dichos residuos sólidos. A su vez, como estrategia pedagógica-didáctica se pretende estructurar e implementar un AVA con los participantes de la curtiembre de estudio, para el fortalecimiento de las competencias del desarrollo sostenible mencionadas.  
El presente proyecto postulado en la Modalidad 1 se desarrollará a través del grupo de investigación “Didáctica y sus Ciencias” del Departamento de Química con una de sus líneas de investigación “Incorporación a la Educación Ambiental al Currículo de Ciencias”; el propósito será aportar al Eje 3 “Proyección Social” del PDI 2020-2024 en el Programa 2 “Extensión y proyección social para la paz y la sustentabilidad ambiental”. Dichas contribuciones se enmarcan en visibilizar la labor investigativa dentro de la línea, divulgar conocimiento disciplinar y pedagógico y didáctico, abrir nuevos campos de conocimiento y estudio; todo lo anterior, frente al tratamiento de aguas residuales, estrategias educativas virtuales y las competencias para el DS..

* 1. **DESCRIPTORES / PALABRAS CLAVES:**

Aguas Residuales de Curtiembres, Ambiente Virtual de Aprendizaje, Competencias para el Desarrollo Sostenible, Cromo, Virutas del Wet Blue..

* 1. **ANTECEDENTES**

Se realizó una revisión documental en el periodo de 2000 hasta la actualidad de artículos científicos, trabajos de grado, tesis de posgrado, doctorado y libros, a nivel local. regional, nacional e internacional. Esto, consultando bases de datos, repositorios institucionales al alcance de los investigadores, utilizando palabras claves o tesauros en español e inglés; como por ejemplo: virutas del wet Blue, curtiembres, Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), competencias para el Desarrollo Sostenible (DS).  
Dado lo anterior, aún no se han realizado, reportado y/o divulgado propuestas que vinculen la estructuración e implementación de prototipos para la remoción de Cr en aguas de curtiembres; desde el aprovechamiento de las virutas del Wet Blue para tal fin, específicamente en las industrias de Curtiembres de San Benito (Bogotá D.C.). Además, del desarrollo de AVA, como herramienta virtual de intervención pedagógica y didáctica, en la enseñanza de este tipo de proyectos y aspectos de la Química ambiental; lo anterior, para el fortalecimiento de competencias para el DS en la comunidad mencionada.  
Sin embargo, de la revisión del título, el resumen y las palabras claves se encontraron y seleccionaron algunos productos investigativos (siete artículos científicos y siete trabajos de grado y tesis posgraduales) que se relacionan con la presente propuesta investigativa; y que ayudarán en aspectos conceptuales, metodológicos y pedagógicos-didácticos tanto al proyecto como al grupo y la línea de investigación. A continuación se especifican, dentro de las siguientes categorías:  
  
a. Antecedentes disciplinares:  
  
Oliveira et al. (2008) reportaron en su artículo “Removal of As(V) and Cr(VI) from aqueous solutions using solid waste from leather industry” el uso de la viruta cromada, sin modificación química (SMQ), para la remoción de Cr(VI) y As(V) en matrices de agua sintética; evaluando la viabilidad de utilizar dicho residuo sólido de la industria del cuero como adsorbente para dicho fin. El material sorbente se caracterizó mediante análisis químicos, espectroscopia infrarroja y microscopía electrónica de barrido (SEM) antes del proceso, para evaluar sus propiedades superficiales. Los autores expresaron que las elevadas cantidades adsorbidas demuestran el gran potencial de uso de este residuo sólido de la industria del cuero como alternativa de bajo costo a los materiales adsorbentes tradicionalmente utilizados.  
Asimismo, Kantarli & Yanik (2010) reportaron en su artículo “Activated carbon from leather shaving wastes and its application in removal of toxic materials” la utilización de la viruta cromada, modificada física y químicamente, para la remoción de Cr(VI), azul de metileno y fenoles en aguas sintéticas. Los autores realizaron un análisis detallado de las propiedades superficiales incluyendo la acidez, el área total de la superficie, la extensión de la microporosidad y la mesoporosidad. Como conclusión, el estudio demostró que los residuos sólidos de la industria del curtido, como el mencionado, pueden utilizarse eficazmente como materia prima para la preparación de carbones activados (CA) mediante activación física y química. Además, se manifestó que los CA producidos son prometedores para la eliminación de colorantes, Cr(VI) y fenol de matrices acuosas.  
En suma, Wei y Lifen (2011) expusieron en su manuscrito “The Feasibility of Chrome Shaving to Remove Cr(III) from Aqueous Solutions” el aprovechamiento de la viruta del Wet Blue, SMQ, para remover Cr(III) de aguas sintéticas. En el estudio, los autores caracterizaron por SEM dicho material. Asimismo, realizaron ensayos para obtener los parámetros óptimos de tratamiento. Por último, manifestaron que la eliminación de dicha especie química mediante la viruta cromada de las disoluciones acuosas es un proceso casi instantáneo y alcanza el equilibrio después de 60 minutos. Todo ello, demuestra el potencial del uso de la viruta de cromo como alternativa de bajo costo a los materiales adsorbentes utilizados tradicionalmente.   
En complemento, Kim et al. (2012) en su publicación titulada “Heavy metal removal from aqueous solution by tannins immobilized on collagen” emplearon diferentes materiales sólidos derivados de los procesos de fabricación del cuero, entre los que se hallan las virutas cromadas modificadas químicamente; como adsorbentes para el tratamiento de aguas residuales sintéticas que contienen iones de metales pesados -Cu(II), Cd(II), Zn(II), Pb(II) y Cr(III)-. Los autores evaluaron las variables óptimas determinadas en un reactor discontinuo a escala de laboratorio a diferentes pH. Se concluyó que a partir de las pruebas de adsorción con los residuos de cuero reciclado, son materiales prometedores en el tratamiento de aguas residuales contaminadas con iones de metales pesados.  
Por último, Louarrat et al. (2017) reportaron en su artículo “Removal of Chromium Cr(VI) of Tanning Effluent with Activated Carbon from Tannery Solid Wastes” la aplicación de carbones activados realizados a partir de virutas del Wet Blue y pelo de cabra; para la eliminación de Cr(VI) en aguas sintéticas y Cr(III) en matrices de aguas reales, provenientes de la etapa de curtido. Los resultados expuestos revelaron que hubo una disminución del cromo del 78% y del 73% empleando los CA preparados a partir de dichos materiales. Finalmente, los autores manifestaron que estos residuos de curtiduría pueden valorizarse disminuyendo sus acumulaciones en la naturaleza como contaminantes, y también transformándolos en CA para eliminar los contaminantes o recuperar los metales acumulados en las aguas residuales.  
  
b. Antecedentes pedagógicos y didácticos:  
  
Sanchez y Gómez (2016) reportaron en su artículo el diseño e implementación de un proyecto de investigación en el aula sobre la fitorremediación de Cr(VI) como una estrategia para el desarrollo de competencias científicas investigativas, abordando las 7E. En este, se involucró la situación ambiental que origina la actividad industrial de las curtiembres, caso particular de las situadas en San Benito (Bogotá, Colombia), en cuerpos de agua superficial; por descargas de efluentes no tratados. La propuesta se desarrolló para profesores en formación inicial del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional; articulados al espacio académico de Énfasis de Tecnologías limpias. Las autoras expresaron que mediante la elaboración de proyectos de investigación sobre problemas ambientales, se fortaleció el desarrollo de las competencias científicas investigativas, las cuales permitieron al docente en formación interpretar, argumentar y proponer soluciones frente a una situación problema, al darle la oportunidad de concienciarse sobre su entorno, así como ampliar sus conocimientos para impulsar los procesos de prevención y resolución de los problemas ambientales presentes y futuros.  
Asimismo, Esteban y Rodríguez (2020) reportaron en su artículo “Desarrollo de habilidades para la vida y valores ambientales en torno a los objetivos del desarrollo sostenible y la gobernanza del agua: propuesta didáctica con enfoque CTSA abordando una cuestión socio ambiental” la estructura de una propuesta de secuencia didáctica abordando una cuestión socio-ambiental (CSA) e involucrando la ambientalización curricular para el diseño. La CSA referida al impacto negativo de las descargas de aguas residuales con Cr(III) al río Tunjuelo por las industrias de curtiembres, específicamente las situadas en San Benito (Bogotá, Colombia). Asimismo, de la salud del ecosistema, vinculando los Objetivos del Desarrollo Sostenible -números 3 y 12-, así como de algunas habilidades para la vida -pensamiento crítico, la toma de decisiones y el manejo de problemas/conflictos- y los valores ambientales -responsabilidad, tolerancia y conciencia ambiental-. Todo lo anterior se realizó para un grupo de profesores en formación inicial del espacio académico de Sistemas Inorgánicos del proyecto curricular de Licenciatura en Química de la UPN.  
En este sentido, Ramos y Muñoz (2015) expusieron en su manuscrito titulado “La enseñanza de la química ambiental: Una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas” los resultados de una intervención educativa con profesores en formación inicial en Química la Química ambiental; vinculando el tema de recurso hídrico (análisis físico-químico, contaminación, importancia en el ecosistema, tratamiento de aguas) y controversias sociocientíficas asociadas a este; lo anterior, enfocado hacia el desarrollo de habilidades argumentativa, propositiva e interpretativa. Los autores diseñaron e implementaron una unidad didáctica cuya estructura involucra la indagación de conocimientos previos, videos ilustrativos, Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) y una salida de campo a una planta de tratamiento de agua potable.  
Merchán (2018) expresó en su artículo “Modelamiento pedagógico de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)” algunas consideraciones frente al diseño de Ambientes Virtuales de Aprendizaje, teniendo presente los aspectos cognitivo, tecnológico, comunicativo y pedagógico. Se ilustran cada una de las categorías mencionadas a través de la estructuración un AVA, donde el autor sugiere tener presente la intencionalidad pedagógica (actividades de aprendizaje, procesos de conocimiento, tareas, herramientas tecnológicas sincrónicas y asincrónicas); mediaciones pedagógicas (consultivas, problematizadoras, orientadoras, resolutivas, retroalimentación). Las sugerencias y orientaciones brindadas por el autor en su escrito buscan ofrecer categorías de análisis en el marco del diseño de AVA a profesores en formación inicial y continuada.   
Por otro lado, Murga-Menoyo (2015) en su artículo titulado “Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015” se centró en la formación de las competencias y capacidades que precisan las personas para construir sociedades caracterizadas por la sostenibilidad de su desarrollo. Propuso una matriz de competencias básicas construida desde las cuatro competencias que la UNESCO considera clave para afrontar este reto: análisis crítico, reflexión sistémica, toma de decisión colaborativa y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras. La matriz realizada se completa con cuatro rúbricas que recogen indicadores (evidencias) significativos en el desempeño de la correspondiente competencia. La propuesta, abierta y versátil, puede ser adaptada a diferentes contextos y circunstancias.  
Dada la situación de pandemia ocasionada por la COVID 19, no se pudieron revisar algunos trabajos de pregrado de la Universidad Pedagógica Nacional sede Bogotá; dado que se encuentran en la sala multimedia de la Institución y no se encuentran alojados en el sistema del repositorio institucional, imposibilitando su visualización. Sin embargo, se citan aquí para ser retomados a futuro en el desarrollo de la presente propuesta investigativa, dado su aporte a está:  
  
a. Alvarado y Casallas (2007) realizaron un análisis de los efectos de la contaminación hídrica y en la salud de una empresa de curtiembres.  
b. Ramirez-Escobar y Ramirez-Castañeda (2012) en su trabajo de grado titulado “Diseño de una cartilla didàctica para la enseñanza del fenòmeno de adsorciòn en la remociòn de cromo provenientes de aguas residuales de las curtiembres de san Benito” elaboraron una cartilla para profesores de ciencias de Educación básica, media y superior; con el fin de que sea implementada en su práctica profesional al abordar situaciones inherentes al ambiente. Como componente disciplinar vincularon el tópico de adsorción de Cr(VI) en las curtiembres de San Benito.  
c. Farfán (2004) reportó en su trabajo de grado el tratamiento, determinación y recuperación de cromo en aguas residuales del proceso de curtiembre.  
d. Abril y Parra (2012) en su trabajo de grado titulado “Remoción de cromo con biomasa de Lemna gibba, una propuesta utilizando la tecnología de biosorción desde la educación ambiental” realizaron el diseño y aplicación de una serie de talleres, donde se implementó una propuesta de Educación ambiental en algunos miembros de una curtiembre, en la cual se plantea la posibilidad de la aplicación de la tecnología de biosorción de la biomasa de Lemna gibba, con el fin de remover el Cr(III) de agua residual. A su vez, recogieron opiniones, expectativas y conclusiones de los participantes, frente a los talleres y además caracterizaron algunas bases teóricas y de situación socio-educativa de los miembros de la curtiembre intervenida..

(Puntaje máximo en la evaluación 10 puntos de 100)

***MÓDULO II***

**PROBLEMA, OBJETIVOS Y METAS**

**a. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:** Las situaciones socio-ambientales que se han generado a lo largo de los años por industrias como las curtiembres en algunos lugares ubicados en los continentes Asia, Europa, África y Centro/Sur/Norte/América donde se desarrolla esta actividad, ha sido un tema que ha llamado la atención siendo objeto de discusión, tal como lo muestran algunos trabajos (Rao et al., 2002; Corredor, 2006; Pati et al., 2014; Velásquez, 2015; Piccin et al., 2016, Fúquene et al., 2018; Monroy-Ávila, 2019). Dichas problemáticas están relacionadas con los elementos formadores del sistema Tierra (el agua, el suelo, la energía y el aire), dado los diversos residuos sólidos, líquidos y gaseosos originados durante la transformación de las pieles de animales entre los cuales se encuentran: restos de piel, colas, pelo, sangre, aguas residuales, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, metano, entre otros (Hidalgo, 2013; Velásquez, 2015; García y Ramírez, 2019).   
Dichas situaciones se complejizan aún más con el empleo de sustancias químicas, especialmente de naturaleza orgánica e inorgánica, tales como sales de cromo, ácidos, enzimas, etc., las cuales se incorporan al agua utilizada en las diversas etapas de las curtiembres (Hidalgo, 2013; García y Ramírez, 2019). Puesto que algunas industrias no cuentan con los recursos necesarios para tratar las aguas generadas, o por desconocimiento de tecnologías para tal fin, o la falta de intervención de instituciones que les ofrezcan posibles soluciones frente a estas problemáticas, sin perjudicar su producción, vierten estas aguas sin depuración a cuerpos de aguas superficiales (Corredor, 2006; Vásquez, 2012; Martínez y Romero, 2018; Fernandes, 2019; Beltrán y López, 2020; Calder, 2020).  
Ante esto y a propósito de Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) como el 3 y 6 que enmarcan el agua limpia/saneamiento, así como la salud humana, en metas como 3.6 y 6.9 (Gómez et al., 2019), se han planteado posibles alternativas para hacer frente a los retos ambientales producidos, particularmente, por la descarga de aguas residuales sin depurar provenientes de este tipo de actividades industriales (Gómez et al., 2020). Sin embargo, uno de los desafíos en este tipo de tecnologías, que generalmente involucran sendas etapas para depurar el agua, es su elevado costo y mantenimiento, así como la generación de residuos sólidos como los lodos (Gómez et al., 2019; 2020). Lo que idealmente se buscaría dentro de las industrias en general, y de curtiembres en particular, sería una economía circular, donde algunos de los residuos sólidos obtenidos sean utilizados para tratar aguas generadas en sus procesos (Corredor, 2006).   
El sector de curtiembres en el territorio colombiano, según el diagnóstico ambiental del SENA (2004, citado en Carrillo y Muñoz, 2014), el 77% son microempresas, el 19% pequeñas empresas, el 3% medianas empresas, y el 1% grandes industrias. Asimismo, en Colombia existen curtiembres en los municipios de Nariño, Quindío, Risaralda, Cundinamarca, Antioquia, Atlántico, Valle del Cauca, Bogotá, Tolima, Bolívar, Santander y Huila; de acuerdo con Martínez y Romero (2018), “el departamento de Cundinamarca y Bogotá existían anteriormente 190 curtiembres ubicadas en Villapinzón y Chocontá que representaban el 28,61%”, y según Sánchez (2016) ahora sólo se registran 133 curtiembres, pero de estas 110 representan el 18,84% que están abiertas; es decir, esta actividad industrial se ha reducido en un 9,77% en la zona norte de Cundinamarca; es importante aclarar, que en éste departamento prevalecen el 78,77% del sector total de curtiembres. Tal situación se presenta como consecuencia de las medidas adoptadas en la sentencia al río Bogotá emitida por el Consejo de Estado el 28 de marzo de 2014.  
Ahora bien, particularmente en Bogotá, la situación de las curtiembres ha sido objeto de atención y discusión en Noticias nacionales, en industrias alojadas en San Benito (Vásquez, 2016; CAR, 2018; Comisión Ambiental Local de Tunjuelito, 2020). Según la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) se encontraban un total de 254 curtiembres, 50 de éstas fueron selladas y 70 contaban con los permisos de vertimientos (Estupiñan, 2018). Lo anterior se debió principalmente a la falta de tratamiento de las aguas producidas durante sus actividades cuyos vertimientos tienen como cuerpo hídrico receptor el río Tunjuelo; similarmente, la disposición y manejo de varios residuos sólidos, líquidos y gaseosos generados en las empresas que desarrollan este tipo de actividades. Estas afectaciones incorporan especialmente uno de los trece metales tóxicos declarados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) concerniente al Cr el cual proviene particularmente de aguas residuales industriales (OMS, 2011; Estupiñan, 2018).  
Dado que esta es una actividad económica de la cual dependen varias familias del sector, quienes junto al equipo de trabajadores y empresarios que son conscientes de la situación, buscan trabajar en colaboración con instituciones locales o regionales para hacerle frente a este tipo de problemáticas socio-ambientales, para salvaguardar la salud ambiental y humana, cumplir con los requerimientos normativos vigentes y así seguir laborando en dicha actividad desarrollada por bastante tiempo en el lugar (Vásquez, 2012). Algunos trabajos liderados por la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente –DAMA-, hoy en día conocida como la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), propusieron desde el año 2004 la “Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque en vertimientos y residuos” (SDA, 2015). Por otro lado, Corredor (2006) manifestó en su artículo la iniciativa de un proyecto local en San Benito denominado “ECOPARQUE”, el cual desde dicha fecha de la publicación y según la consolidación del apartado de Antecedentes de la presente propuesta investigativa, aún hasta el momento no se ha ejecutado un prototipo para el tratamiento de aguas residuales con cromo en el sector mencionado.  
Desafortunadamente, en cuanto a la Guía de producción más limpia mencionada, por sus elevados costos, imposibilita que toda la comunidad, grandes y pequeñas industrias, implementen correcta y completamente un sistema de depuración de aguas (Monroy-Ávila, 2019). Esto se convierte, entre otro tipo de razones, que busca el presente proyecto en el diseño e implementación de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala, donde se propenda al uso de residuos sólidos como las virutas del Wet blue.   
Por otro lado, situaciones como la expuesta que involucran las esferas del desarrollo sostenible (social, ambiental y económica) ha sido retomada por algunos trabajos para la estructuración de estrategias didácticas dirigidas a estudiantes de diversos niveles educativos y lugares, en espacios de educación formal, no formal o informal, vinculando aspectos inherentes de la Química ambiental (contaminación del agua, repercusión de las sustancias empleadas, etc.); relacionándola como una Cuestión Socialmente Viva (CSV), Cuestión Socio Ambiental (CSA) o Cuestión Socio científica (CSC) (Ramírez-Escobar y Ramírez-Castañeda, 2012; Esteban y Rodríguez, 2020).   
Lo anterior, es de bastante importancia en la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), liderada por organismos como la UNESCO, buscando formar a los ciudadanos -sin importar su procedencia, sexo, creencias, nivel socio-económico-, hacia las competencias para el desarrollo sostenible entre las cuales se encuentran: el análisis crítico, sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones (Murga-Menoyo, 2015; UNESCO, 2021).  
Las competencias de análisis crítico, sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones, buscan concienciar a los ciudadanos frente al uso de las diferentes sustancias empleadas en los procesos, particularmente, de transformación de las pieles de animales, los efectos en un tiempo no muy lejano sobre la salud ambiental y humana, ejecución de posibles alternativas sostenibles para hacer frente a los retos ambientales, aprovechando los residuos generados que involucren una economía circular (Corredor, 2006; Vásquez, 2012)  
Dado lo anterior, y a propósito de situaciones como la pandemia ocasionada por la COVID-19, y la labor de los maestros en seguir formando ciudadanos en el presente y hacia el futuro; esto, sin importar los niveles educativos o zonas, los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) se convierten en una herramienta de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje sincrónica y asincrónicamente (Romero, 2021). Adicionalmente, hacer extensivo a través de este tipo de herramientas virtuales en el personal de las industrias de curtiembres, o incluso la comunidad, estrategias dirigidas hacer frente a problemáticas como el tratamiento de aguas residuales. También, visibilizar la labor de la Universidad, del grupo de investigación; convirtiéndose a su vez en una oportunidad para vincular la Química ambiental en cuanto al agua, la contaminación de este elemento formador de vida, y el uso de las diversas sustancias químicas y repercusiones. Lo anterior, con mira hacia la EDS, en pro del desarrollo y fortalecimiento de competencias como el análisis crítico y generar conciencia y participación con sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones (Murga-Menoyo, 2015; UNESCO, 2021).  
Es importante mencionar, que todo lo que se ha develado hasta el momento hace parte del área del conocimiento del grupo y de la línea de investigación en el que se desarrollará la propuesta, tema inherente y transversal a la Educación ambiental, a propósito de la EDS, la Química ambiental, en escenarios de educación formal, informal y no formal. Adicionalmente, desde el planteamiento de propuestas con proyección social que busquen ofrecer alternativas, en este caso, a la reducción de contaminantes como el Cr y a la depuración de aguas residuales de curtiembres, dada la necesidad del sector de San Benito que labora en ambientes de las curtiembres ante organismos que hace llamados de atención a los empresarios de industrias pequeñas, medianas o a gran escala, incluso las artesanales, que no disponen de soluciones frente a este tipo de desafíos ambientales.   
En complemento a lo anterior, el planteamiento de alternativas eco-sostenibles se convierten en una oportunidad para mostrarles a los empresarios y colaboradores dentro de las industrias de curtiembres del sector la importancia de la Química ambiental; fortaleciendo competencias para el desarrollo sostenible, enfatizando la necesidad de evaluar el efecto a corto, mediano y largo plazo de las sustancias químicas empleadas en el proceso sobre la salud humana y ambiental, así como el sentido de responsabilidad sobre la comunidad, la familia, los valores ambientales (Esteban y Rodríguez, 2020).   
Por último, generar vínculos con empresarios y trabajadores del sector de las curtiembres de San Benito para que se lleven a cabo futuras intervenciones disciplinares y pedagógica-didácticas para ilustrar los conocimientos en Educación Ambiental, Química ambiental, entre otros, para visibilizar la labor de la Universidad Pedagógica Nacional, del grupo didáctica y sus ciencias, y el aporte de la línea de investigación “Inclusión de la Educación ambiental al currículo de ciencias”. Similarmente, generar el interés y la curiosidad en la investigación en la comunidad, desde el planteamiento de este tipo de estrategias.   
  
Finalmente, de acuerdo al panorama planteado, se formuló la siguiente pregunta problema:  
¿Se fortalecerán las competencias para el Desarrollo Sostenible (análisis crítico y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras) desde la estructuración e implementación de un AVA como herramienta pedagógica y didáctica en una industria de curtiembres situada en San Benito (Bogotá D.C, Colombia), que vincula aspectos de la Química ambiental así como el desarrollo y aplicación de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala basado en tecnologías limpias –adsorción con virutas del Wet Blue- para la remoción de Cr en aguas provenientes de la etapa de curtido?.

**b. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:** Evaluar la incidencia de la herramienta pedagógica y didáctica AVA en el fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible (DS) -análisis crítico y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras-, el cual vincula aspectos de la Química Ambiental y un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala basado en virutas del Wet Blue, para la remoción de Cr en aguas residuales provenientes de la etapa de curtido generadas en una industria de curtiembres situada en San Benito (Bogotá D.C.)..

**c. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Proponga las finalidades delimitadas que se articulan a la perspectiva planteada en el objetivo general y que son la base para la programación de actividades. Deben ser evaluables y ponderables en términos cualitativos o cuantitativos. Se pueden incluir tantos objetivos específicos como sea necesario.

**d. METAS*:*** Proyecte los resultados específicos derivados de los aspectos relevantes de los objetivos específicos. Deben ser factibles, realizables y medibles. Son la traducción operativa de cada objetivo; por lo tanto deben ser monitoreables. A cada objetivo específico corresponde como mínimo una meta.

|  |  |
| --- | --- |
| **OBJETIVO** | **META** |
| Determinar las condiciones óptimas de adsorción de las virutas del Wet Blue (tamaño de partícula, agitación, tiempo de contacto, pH, temperatura, dosis, ciclos de reuso, selectividad y desorción) para obtener una alta eficiencia en remoción de Cr en aguas residuales sintéticas y reales (provenientes de la etapa de curtido). | Meta 1: Realizar un análisis documental con relación a las variables óptimas de adsorción, empleando como adsorbente las virutas del Wet Blue para la remoción de Cr en aguas residuales sintéticas o reales (provenientes de la etapa de curtido). |
| Meta 2: Estandarizar a nivel experimental las condiciones óptimas de adsorción de las virutas del Wet Blue (tamaño de partícula, agitación, tiempo de contacto, pH, temperatura, dosis, ciclos de reuso, selectividad y desorción) para obtener una alta eficiencia en remoción de Cr en aguas residuales sintéticas y reales (provenientes de la etapa de curtido). |
| Estructurar una propuesta de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala aprovechando las virutas del Wet Blue para remover Cr en las aguas residuales provenientes de la etapa de curtido y de esta forma cumplir con la normatividad vigente en vertimientos puntuales para Colombia. | Meta 1: Revisar literatura científica relacionada con el diseño e implementación de proyectos económicos, eficientes y a pequeña escala para la remoción de metales pesados. |
| Meta 2: Diseñar e implementar en una de las industrias de curtiembres de San Benito el modelo piloto aprovechando las virutas Wet Blue, como material adsorbente aplicando los datos teórico-experimentales obtenidos en el objetivo 1. |
| Diseñar el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) involucrando aspectos de la Química ambiental y el prototipo piloto basado en virutas del Wet blue. | Meta 1: Diseñar y validar instrumentos relacionados con la indagación de competencias para el desarrollo sostenible seleccionadas, conocimientos previos relacionados con la Química ambiental y el prototipo de la tecnología con las virutas del Wet Blue antes y después de la implementación. |
| Meta 2. Capacitar a los participantes en la estructuración e implementación del AVA. |
| Evaluar la propuesta educativa diseñada e implementada con relación al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible (DS) -análisis crítico y sentido de la responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras- en la industria de curtiembres de San Benito (Bogotá D.C.). | Meta 1. Analizar los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados antes y después en el objetivo 3 apoyados en softwares de análisis mixtos. |
| Meta 2. Proponer recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas con la mejora y eficiencia del prototipo piloto en función a la remoción de Cr en las aguas residuales, así como de la propuesta educativa diseñada. Por otro lado, retroalimentar a los participantes en función a la investigación y al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible. |

(Puntaje máximo en la evaluación 20 puntos de 100)

***MÓDULO III***

**MARCO TEÓRICO Y BIBLIOGRAFÍA**

**Marco teórico:** 1.Referentes Disciplinares.  
  
1.1 Las curtiembres: industria de transformación de pieles de animales.  
  
La transformación de las pieles de animales, ha sido la actividad principal a lo largo de la historia de industrias de curtiembres, -empresas pequeñas, medianas o grandes, tecnificadas y/o artesanales-la cual involucra desde la confección de ropa hasta la alimentación de animales. Estas se encuentran fundadas y establecidas en varios lugares del mundo, por lo general, en los cascos urbanísticos de las poblaciones; por ejemplo, en Brasil, Argentina, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, México, India, China, España, entre otros (Corredor, 2006; Fúquene et al., 2018; Martínez y Romero, 2018). En dicha actividad, las industrias utilizan como materias primas pieles bovinas, bufalinas, equinas, porcinas, ovinas, etc., así como sustancias químicas (generalmente, sales, detergentes, grasas, ácidos) que involucran sendas etapas mecánicas y tratamientos químicos(Hidalgo, 2013; Ministerio del Ambiente del Gobierno Nacional del Ecuador, 2013; Martínez y Romero, 2018). Con el cuero obtenido se elaboran productos como: calzado, pulsos para relojes, vestidos, cinturones, maletas, revestimiento de muebles, maletines,sillas de montar, tapicería interna de vehículos, etc (Corredor, 2006).  
Las pieles bovinas, denominadas comúnmente pieles grandes, ingresan a la industria en estado salado o fresco; suelen tener un peso entre 20 a 35 kg/piel. A su vez, las pieles pequeñas que corresponden, particularmente, a animales ovinos y caprinos, entran en la producción en forma seca o salada, pesando menos de 1 kg si están en estado seco y hasta un máximo de 2 o 3 kg si están en estado salado fresco. Lo anterior, dependera de factores como el tipo de animal, edad, raza, sexo, tamaño, estado nutricional, pelo, lana o restos de carne adherida (Hidalgo, 2013; Monroy-Ávila et al., 2019).   
Como bien se mencionó anteriormente, el proceso de transformación de la piel en bruto involucra una serie de etapas mecánicas y químicas (Corredor, 2006; Hidalgo, 2013; Monroy-Ávila et al., 2019) . A continuación se describen brevemente::  
   
a. Proceso húmedo: Este proceso consta de la ribera, pelambre y piquelado.  
b. Curtición: Se realiza con agua y un tensoactivo a elevadas concentraciones con el fin de extraer las grasas.  
c. Post curtición: Consta básicamente de tres fases: re-curtición, tintura y engrase. Su finalidad es obtener y dar la máxima calidad final respecto al color, la flexibilidad y las características específicas que se desean comunicar a las pieles terminadas.  
Secado: su objetivo básico e s eliminar el agua en exceso que moja la piel; Ello se consigue escurriendo las pieles engrasadas reposadas, estirándolas para dejarlas bien planas y dejando que se sequen   
d. Operaciones de acabado: Una vez obtenidas las pieles secas, se les somete a una serie de operaciones mecánicas que les conferirá el tacto apropiado; posteriormente, en la superficie, se les aplicará capas de pigmentos y ligantes en medio acuoso para mejorar su presentación final.  
En Colombia, existen curtiembres en Cundinamarca (Bogotá, Villapinzón); Valle (Cerritos y Cartago); Pasto (Belén y Pasto); Tolima (Ibagué); Quindío (La María) entre otras. (Corredor, 2006). Particularmente, en el barrio San Benito ubicado hacia el sur de Bogotá D.C hacia 2018 según la SDA se encontraban un total de 254 curtiembres, 50 de éstas fueron selladas y 70 contaban con los permisos de vertimientos (Estupiñan, 2018). Dentro de las problemáticas ambientales originadas por los vertimientos de las curtiembres se encuentran las descargas de residuos líquidos provenientes de las operaciones de remojo, pelambre, curtido y recurtido al alcantarillado local, y aún existen empresas que realizan estas descargas al Río Tunjuelito alterando las propiedades físicas, químicas y biológicas de la masa del agua receptora (Vásquez, 2012).   
Generalmente las cantidades de materia orgánica descargadas causan olores nocivos y reducen el volumen de oxígeno disuelto en el agua, necesario para su descomposición, particularmente en el tramo del Río Tunjuelo cercano a las empresas de curtiembres de San Benito según reportes del Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO) hacia el 2019 la carga contaminante por DBO5 fue de 3541,71 toneladas/año. Cabe indicar que, la SDA es el organismo encargado de vigilar y controlar los vertimientos provenientes de las curtiembres en San Benito, en común acuerdo con la Alcaldía Local de Tunjuelito, secretarías de Gobierno, Salud, Ambiente y así como la Policía Nacional (ORARBO. 2019).  
  
1.2 Toxicidad del Cromo  
El cromo (III) se caracteriza porque es menos tóxico que el cromo (VI), éste es 1000 veces más tóxico según Chávez (2010), genera úlceras en la piel y reacciones alérgicas , irritación del conducto gastrointestinal y perforaciones de las superficies respiratorias. Entre otras patologías se encuentran lesiones renales y hepáticas; mientras que, por inhalación produce cáncer de pulmón. Las especies químicas que presentan Cr (VI) son los cromatos (CrO4)-2 y dicromatos (Cr2O7)-2, estos compuestos son se clasifican como cancerígenos ubicados en el grupo I según la International Agency for Research on Cáncer (IARC, 2012).  
La industria de las curtiembres generan vertimientos con una alta concentración de cromo, según datos de la CAR Cundinamarca 1982,citado en (Rivera, 2006) las concentraciones oscilaron entre 145 a 1730 ppm.   
  
1.3 Subproductos del proceso de curtido: virutas del Wet blue   
En las etapas de los procesos de transformación de las pieles de animales que intervienen en la actividad de las curtiembres, se generan importantes cantidades de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Las virutas del Wet blue (o también denominadas virutas de cuero curtidas al cromo), son un tipo de estos subproductos sólidos, de tamaño y procedencia variable, originadas en la etapa mecánica del rebajado de las pieles curtidas (Pati et al., 2014; Cadena, 2017). Dichos materiales están compuestos principalmente por proteína (colágeno) y cromo de 70% a 90,81% y 2,7% - 3,70% respectivamente (Rao et al., 2002; Quadery et al., 2016; Nieto y Pedraza, 2017).   
Las virutas cromadas se producen en cantidades de 100 – 120 kg por una tonelada (t) de pieles en bruto procesadas (Pati et al., 2014). Particularmente, en el caso de la actividad de curtiembres en Bogotá D.C., se generan 1157 t/mes de subproductos sólidos, donde 434 t corresponden a dichos residuos (Nieto y Pedraza, 2017). Sin embargo, su disposición en rellenos sanitarios o cerca de los lugares de las industrias de curtiembres ha contraído importantes situaciones ambientales relacionadas con: la generación de malos olores, incremento de gases de efecto invernadero por descomposición del material, impacto sobre los suelos, entre otros (Kaul et al., 2005; Pati et al., 2014; Ahmed et al., 2017; Nieto y Pedraza, 2017).   
Frente a dicha situación, se ha hablado de la valorización de las virutas que comprende principalmente la elaboración de materiales destinados para construcción (ladrillos), fertilizantes, extracción y recuperación de gelatina para la alimentación de animales, fabricación de productos cosméticos y su potencial aplicación en el tratamiento de efluentes acuosos contaminados con sustancias orgánicas, inorgánicas y microbiológicas (Kaul et al., 2005; Pati et al., 2014; Quadery et al., 2016; Ahmed et al., 2017).   
Para el caso del tratamiento de aguas residuales, se han realizado y divulgado principalmente investigaciones internacionales; donde estas expresan el aprovechamiento de las virutas del Wet blue en la remoción principalmente de colorantes para alimentos y de uso industrial (Tahiri et al., 2003; Velásquez et al., 2015; Piccin et al., 2016); seguidas de algunos metales pesados como el Zn, Pb, y Cr (Kantarli y Yanik, 2010; Louarrat et al., 2017). Sin embargo, la revisión documental realizada en el presente proyecto muestra pocos trabajos investigativos en esta línea para el caso de Colombia, así como de su aplicación en matrices acuosas reales provenientes, en especial, de industrias de curtiembres, por ejemplo, las situadas en Bogotá D.C. Asimismo, es importante mencionar que estas propuestas investigativas ponen de manifiesto la importancia de atender y cumplir los Objetivos del milenio de la Agenda 2030, ODS 3 y 6, particularmente las metas 3.9 y 6.9 relacionadas con la salud/bienestar y agua limpia/saneamiento (Gómez et al., 2019).  
  
2. Referentes Pedagógicos  
  
2.1 Un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) es un espacio educativo sincrónico o asincrónico generalmente creado en Internet, cuyo propósito es generar conocimientos entre instituciones educativas y población de diferente nivel educativo; esto, con el uso de herramientas digitales TICs que apoyan el proceso de enseñanza- aprendizaje, donde se involucran diversos contenidos para cursos on-line y asignaturas semi-presenciales para estudiantes en general.   
Para los profesores en formación inicial y continuada de todas las áreas del conocimiento, estos ambientes facilitan diversos tipos de aprendizaje, entre los cuales se encuentran: orientado al diálogo, cooperativo, por desafíos/problemas/casos y por proyectos. Así mismo, dichos espacios virtuales se convierten en un soporte para el desarrollo de prácticas pedagógicas y didácticas de múltiples disciplinas, que permiten divulgar conocimiento en el mismo sistema, haciendo posible la actualización, almacenamiento y recuperación a un gran colectivo de personas en tiempo real, sin límites geográficos (Merchán-Basabe, 2018; Romero. 2021).   
De acuerdo a Merchán-Basabe (2018) y Romero (2021), las etapas generales a tener presente en el diseño de un AVA corresponden a:  
  
a. Intencionalidad pedagógica y didáctica.  
b. Ejes temáticos.  
c. Actividades de aprendizaje.  
d. Recursos de profundización o material de consulta.  
e. Evaluación.  
f. Retroalimentación.  
  
2. Competencias para el Desarrollo Sostenible  
El enfoque de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) ha sido mencionado, guiado y reforzado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). Este Organismo internacional expresa que la EDS es holística y transformadora, pues busca proporcionar a todos los educandos -sin importar su edad, sexo, procedencia- las competencias, actitudes, conocimientos y valores necesarios para ofrecer soluciones a los desafíos socio-ambientales-económicos presentes y futuros. Dichos retos, relacionados particularmente con las desigualdades socioeconómicas, la fauna y la flora, la degradación ambiental y el cambio climático (UNESCO, 2021).  
Asimismo, la EDS hace parte de los objetivos del milenio de la Agenda 2030: ODS 4 “Educación y Calidad”, el cual menciona: “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”. Se resalta de este Objetivo la meta 4.7, haciendo énfasis en que se buscará asegurar de aquí a 2030: la construcción de los conocimientos teórico-prácticos que se requieren para impulsar el desarrollo sostenible mediante la EDS y los estilos de vida sostenibles, la contribución de la cultura al desarrollo sostenible, entre otros aspectos (Naciones Unidas, 2021).   
Es así que, las investigaciones educativas alrededor de la EDS especialmente hacia la promoción de competencias para el Desarrollo sostenible, han paulatinamente surgido en diversos contextos y niveles educativos, tal como lo muestran algunos trabajos (Barth et al., 2007; Mochizuki y Fadeeva, 2010; Mathar, 2015; Cebrián et al., 2020). Sin embargo, el presente proyecto toma como referente el trabajo planteado por Murga-Menoyo (2015) en su artículo “Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015”, por sus aportes conceptuales y metodológicos.   
Murga-Menoyo (2015) expuso que es importante desarrollar competencias de forma transversal y holística, sin importar el tipo de Educación (formal, no formal e informal) y comunidad; situado en activar comportamientos en la formación del ciudadano para el desarrollo sostenible. Por supuesto, este proceso es complejo en el sentido pedagógico y didáctico, pues requiere de una serie de estrategias educativas y procesos de formación ciudadana -involucrando los retos locales, nacionales e internacionales- convirtiéndose en uno de los desafíos para los docentes en formación inicial y continuada.   
Para comenzar, es preciso retomar brevemente la conceptualización de competencias, referida en palabras de la autora, como el resultado de un proceso formativo dinámico que combina las siguientes dimensiones: conocer y comprender (aspectos conceptuales de un área del conocimiento); saber actuar (aplicación de los conocimientos construidos); y, saber ser (formación ciudadana del sujeto, valores e interacción consigo mismo, los otros y la naturaleza). Adicionalmente, añadir que el aprendizaje del sujeto como un cambio conceptual, axiológico, metodológico y estético se encuentran interrelacionados con los aspectos anteriormente citados (Martínez y Pérez, 2008; Murga-Menoyo, 2015).   
La autora elucida cuatro competencias claves que prioriza la UNESCO en el marco de la EDS, planteando una serie de rúbricas de evaluación para evaluarlas -las cuales son susceptibles de ser tomadas y adaptadas según las necesidades de las investigaciones futuras-; estas corresponden a: análisis crítico, reflexión sistemática, toma de decisiones colaborativa y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras. En dichas rúbricas se plantean los “componentes” para cada una de las competencias mencionadas, así como los resultados o capacidades que se esperaría observar en el grupo que se vaya aplicar la propuesta de intervención educativa bajo el enfoque de EDS.   
Para el caso del presente proyecto y debido la delimitación espacio-temporal planteada, se presentan dos competencias para el desarrollo sostenible que serán involucradas y evaluadas. Su selección se debió a la importancia de generar análisis crítico, sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones, conciencia en los participantes frente al uso de las diferentes sustancias empleadas en los procesos de transformación de las pieles de animales, los efectos en un tiempo no muy lejano sobre la salud ambiental y humana, los aspectos inherentes de la Química ambiental que están relacionados allí, y el planteamiento y ejecución de posibles alternativas sostenibles para hacer frente a los retos en las esferas ambientales, aprovechando los residuos generados que involucre una economía circular.   
Las competencias seleccionadas corresponden a:   
· Análisis crítico: los elementos o componentes que conforman esta competencia corresponden al pensamiento crítico, compromiso ético e intelectual. Las capacidades que se buscan desarrollar y/o fortalecer en un determinado grupo de participantes son:   
a) Comprender que el conocimiento no es completo y es subjetivo (está relacionado con coordenadas culturales, económicas, religiosas, emocionales, políticas, temporales, etc.).  
b) Comprender que se pueden presentar disfunciones en los sistemas (del conocimiento, sociales, económicos, políticos, etc.), las cuales se pueden identificar y solventar.  
c) Proponer alternativas de mejora frente a los desafíos presentes y futuros, que involucran los aspectos socio-ambientales-económicos-culturales-políticos.  
Sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras: los elementos o componentes que conforman esta competencia corresponden al compromiso ético/social, pensamiento anticipatorio/sincrónico/diacrónico, responsabilidad universal/sincrónica/diacrónica/diferenciada, compasión. Las capacidades que se buscan desarrollar y/o fortalecer en un determinado grupo de participantes son:   
  
a) Comprender los efectos que tienen los comportamientos individuales y en grupo, a mediano y largo plazo, sobre las costumbres sociales, la naturaleza, la comunidad, etc.  
b) Comprender las consecuencias presentes y futuras de las conductas individuales y en grupo sobre las condiciones necesarias para la vida humana y ecosistémica.  
c) Contribuir a los retos actuales y futuros en relación a la sostenibilidad (social-ambiental-económica), adoptando estilos de vida justos y sostenibles de acuerdo a las posibles alternativas planteadas..

**Estado del arte** Teniendo presente el apartado consolidado de antecedentes de la presente propuesta investigativa se observaron que las divulgaciones científicas encontradas prevalecen en su gran mayoría de autores, instituciones, países internacionales (específicamente de España, Brasil, China, India, entre otros); dado esto, permite inferir que en el territorio colombiano, particularmente como lugares de Bogotá D.C, aún no se han llevado la elaboración e implementación de propuestas con proyección social, teniendo presente los aspectos del Desarrollo Sostenible (económicos, ambientales y sociales). Lo anterior, desde el planteamiento de propuestas ecosostenibles para hacer frente a uno de los retos ambientales que especialmente se está suscitando con la situación socio-ambiental inmersa en el sector de las curtiembres ubicadas en San Benito; esto, frente a la falta de tratamiento de las aguas residuales generadas en sus procesos con una alta concentración de cromo.   
  
A su vez, este tipo de situaciones se convierten en una oportunidad para concientizar a los miembros que hacen parte de la producción de los cueros, en función al fortalecimiento de las competencias para el Desarrollo Sostenible, con especial énfasis en el análisis crítico y el sentido de responsabilidad hacia las presentes y futuras generaciones; dado que, aún no se han realizado e implementado propuestas de intervención educativa bajo dicho enfoque.  
  
Adicionalmente, de los productos investigativos encontrados y seleccionados los autores manifestaron la utilización de las virutas del Wet Blue cuyas aplicaciones en su mayoría han sido en aguas residuales sintéticas y expresaron en su momento, que esta podría plantearse como una tecnología limpia y sostenible para ser aplicadas en aguas residuales reales, especialmente para la remoción de cromo. Frente a ello, se infiere que hasta la actualidad aún no se han explorado el potencial de dichos residuos sólidos en matrices acuosas reales..

**Bibliografía:** Abril, L. & Parra, L. (2012). Remoción de cromo con biomasa de Lemna gibba, una propuesta utilizando la tecnología de biosorción desde la educación ambiental [Trabajo de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]  
  
Ahmed, S., Zohra, F.-T., Khan, M. S. H., & Hashem, M. A. (2017). Chromium from tannery waste in poultry feed: A potential cradle to transport human food chain. Cogent Environmental Science, 3, 1-7. doi:10.1080/23311843.2017.1312767  
  
Alvarado, L. & Casallas, Y. (2007). Análisis de los efectos de la contaminación hídrica y en la salud de una empresa de curtiembres [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].  
  
Baird, C (2001). Química Ambiental. Editorial Reverté S.A. España.   
  
Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., & Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. International Journal of Sustainability in Higher Education, 8(4), 416–430. doi:10.1108/14676370710823582  
  
Beltrán, S., López, D. (2020). Implementación de plantas de tratamiento individuales de aguas residuales industriales para las fábricas de la industria de curtiembres en el municipio de Villapinzón. [Trabajo de Pregrado, Universidad Piloto de Colombia].  
  
Cadena, C. (2017). Valorización del residuo sólido virutas provenientes de la industria curtidora [Trabajo de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12879/1/T-UCE-0012-36.pdf  
  
Calder, A. (2020). Hartland residents fear impact of tannery’s closure. Kennebec Journal and Morning Sentinel. https://www.centralmaine.com/2020/05/07/hartland-residents-fear-impact-of-tannery-closing-on-town/   
  
Carrillo, S., Muñoz, C. (2014). Reutilización del agua residual de la operación de pelambre en el proceso productivo del cuero [Trabajo de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2655/2014sergiocarrillo.pdf?sequence=4&isAllowed=y  
  
Cebrián, G., Junyent, M., & Mulà, I. (2020). Competencies in Education for Sustainable Development: Emerging Teaching and Research Developments. Sustainability, 12(2), 579. doi:10.3390/su12020579  
  
Comisión Ambiental Local de Tunjuelito [CAL] (2020). Plan Ambiental Local de Tunjuelito. www.tunjuelito.gov.co/sites/tunjuelito.gov.co/files/planeacion/2.\_plan\_ambiental\_local\_de\_tunjuelito\_2021\_-\_2024\_1.pdf   
  
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (2018). Operativo de la CAR en curtiembres de Villapinzón dejó 23 sellamientos y una medida preventiva | CAR. car.gov.co. https://www.car.gov.co/saladeprensa/operativo-de-la-car-en-curtiembres-de-villapinzon-dejo-23-sellamientos-y-una-medida-preventiva   
Corredor, J. (2006). El residuo líquido de las curtiembres estudio de caso: cuenca alta del Río Bogotá. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 16(2) ,14-28. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91116203  
  
Esteban Muñoz, J. A., & Rodríguez Hernández, B. (2020). Desarrollo de habilidades para la vida y valores ambientales entorno a los objetivos del desarrollo sostenible y la gobernanza del agua: propuesta didáctica con enfoque CTSA abordando una cuestión socio ambiental. P.P.D.Q. Boletín, (61). https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PPDQ/article/view/13072  
  
Estupiñan, K. (2018). Selladas 50 curtiembres en San Benito por contaminación ambiental. Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/curtiembres-selladas-en-san-benito  
F  
Farfán, M. (2004). Tratamiento, determinación y recuperación de cromo en aguas residuales del proceso de curtiembre [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].  
  
Fernandes, V. (2019). Kanpur´s Tanneries Are Collateral Damage in UP´s Polarised Electoral Battle. The Wire. https://thewire.in/politics/kanpurs-tanneries-are-collateral-damage-in-ups-polarised-electoral-battle   
  
Fúquene, D., Manrique, J., Calle, L., Yate, A. (2018). Reducing of the Environmental impact of unhairing process in colombian tanneries. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 9(2), 247 - 254.  
  
García, O. y Ramírez, L. (2019). Evaluación de una propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales de curtiembre y marroquinería F.B. [Trabajo de Pregrado, Fundación Universidad de América]   
  
Gómez Aguilar, D. L., Rodríguez Miranda, J. P., Esteban Muñoz, J. A., & Betancur P., J. F. (2019). Coffee Pulp: A Sustainable Alternative Removal of Cr (VI) in Wastewaters. Processes, 7(7), 403. doi:10.3390/pr7070403   
  
Gómez, D., Esteban, J., Rodríguez, J. (2020). Utilization of Unconventional Technologies in the Removal of Chrome Present in Tanneries Wastewater: A Literature Review from 2009 To 2019, International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD), 10(3), 15703-15712.  
  
Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).Metodología de la investigación (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.  
  
Hidalgo, L. (2013). Diseño de la etapa de curtición de piel bovina con la utilización del extracto tánico y gálico del Guarango Caesalpiniaspinosa [Trabajo de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3113/1/96T00232.pdf  
  
Kantarli, I. C., & Yanik, J. (2010). Activated carbon from leather shaving wastes and its application in removal of toxic materials. Journal of Hazardous Materials, 179(1-3), 348–356. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.03.012   
  
Kaul, S., Nandy, T., Szpyrkowicz, L., Gautam, A., & Khanna, D. (2005). Wastewater Management: With Special Reference to Tanneries (1.a ed.) [Libro electrónico]. Discovery Publishing House.  
  
Kim, H.-U., Kim, K.-H., Chang, Y.-Y., Lee, S. M., & Yang, J.-K. (2012). Heavy metal removal from aqueous solution by tannins immobilized on collagen. Desalination and Water Treatment, 48(1-3), 1–8. doi:10.1080/19443994.2012.698517   
  
Louarrat, M., Ntieche, A., Bacaoui, A., Yaacoubi, A. (2017). Removal of Chromium Cr(VI) of Tanning Effluent with Activated Carbon from Tannery Solid Wastes, American Journal of Physical Chemistry. 6(6), 103-109. doi: 10.11648/j.ajpc.20170606.11  
  
Martinez, L., Pérez, R. (2008). Estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales de estudiantes de una institución educativa rural. Studiositas, 3(3), 17-28. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/535/1/Stud\_3-3\_A02\_Martinez-Perez.pdf   
  
Martínez, S. & Romero, J. (2018) Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. Revista de la Facultad de Ciencias Económica: Investigación y Reflexión, XXVI (1). https://doi.org/10.18359/rfce.2357  
  
Mathar R. (2015) A Whole School Approach to Sustainable Development: Elements of Education for Sustainable Development and Students’ Competencies for Sustainable Development. In: Jucker R., Mathar R. (eds) Schooling for Sustainable Development in Europe. Schooling for Sustainable Development, 6, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09549-3\_2   
  
Merchán-Basabe, C. A. (2018). Modelamiento pedagógico de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). Tecné, Episteme y Didaxis: TED, 44, 51-70.  
Ministerio del Ambiente del Gobierno Nacional del Ecuador. (2013). Capítulo 11. La industria de los cueros (a base de sales de cromo, con agentes vegetales). En Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador (pp. 127–139). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART2.pdf   
  
Mochizuki, Y., & Fadeeva, Z. (2010). Competences for sustainable development and sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education, 11(4), 391–403. doi:10.1108/14676371011077603  
  
Monroy-Ávila, Edinson Fabián, Peña-Monroy, Cesar Arbey, & Garzón-Cortes, Giovanna del Pilar. (2019). Estrategias de producción más limpia -PML: caso aplicado a la industria de curtiembre. Producción + Limpia, 14(1), 61-75. https://doi.org/10.22507/pml.v14n1a5  
  
Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. Foro de Educación, 13(19), 55-83. http://dx.doi.org/10.14516/fde.2015.013.019.004  
  
Naciones Unidas [UN] (2021). Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/  
  
Nieto, A., Pedraza, A. (2017). Evaluación del proceso enzimático para la producción de hidrolizado de colageno a partir de las virutas de cuero "Wet blue" [Trabajo de Pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2675/TESIS%20Hidrolizado%20de%20Colageno%20Final%200.pdf?sequence=1&isAllowed=y   
Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá [ORARBO]. (2019). Carga Contaminante de Materia Orgánica {DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno} vertida al Río Tunjuelo por Tramos- CCDBORTT. ORARBO. https://orarbo.gov.co/es/indicadores?id=1298&v=l   
  
Oliveira, D. Q. L., Gonçalves, M., Oliveira, L. C. A., & Guilherme, L. R. G. (2008). Removal of As(V) and Cr(VI) from aqueous solutions using solid waste from leather industry. Journal of Hazardous Materials, 151(1), 280–284. doi:10.1016/j.jhazmat.2007.11.001   
  
Organización Mundial de la Salud [OMS] (2011). Adverse health effects of heavy metals in children. https://www.who.int/ceh/capacity/heavy\_metals.pdf  
Pati, A., Chaudhary, R., & Subramani, S. (2014). A review on management of chrome-tanned leather shavings: a holistic paradigm to combat the environmental issues. Environmental Science and Pollution Research, 21(19), 11266–11282. doi:10.1007/s11356-014-3055-9  
  
Piccin, J. S., Gomes, C. S., Mella, B., & Gutterres, M. (2016). Color removal from real leather dyeing effluent using tannery waste as an adsorbent. Journal of Environmental Chemical Engineering, 4(1), 1061–1067. doi:10.1016/j.jece.2016.01.010  
  
Quadery, A., Uddin, Md., Chowdhury, M. & Deb, A. (2016). Extraction of polypeptide solution from Tannery solid waste (chrome shavings) and its application as Poultry feed. IOSR Journal of Applied Chemistry, 9(11), 32-35. doi:10.9790/5736-0911033235  
  
Ramírez-Escobar, J. & Ramírez-Castañeda, E. (2012). Diseño de una cartilla didáctica para la enseñanza del fenómeno de adsorción en la remoción de cromo provenientes de aguas residuales de las curtiembres de san Benito [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional].  
  
Ramos R., M., Muñoz A., L. (2015) La enseñanza de la química ambiental: una propuesta fundamentada en la controversia científica y la resolución de problemas. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis, (38), 133-146.  
  
Rao, J. R., Thanikaivelan, P., Sreeram, K. J., & Nair, B. U. (2002). Green Route for the Utilization of Chrome Shavings (Chromium-Containing Solid Waste) in Tanning Industry. Environmental Science & Technology, 36(6), 1372–1376. doi:10.1021/es015635s  
Romero, D. (2021). Descubre cómo funcionan los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) y qué aportan a la educación. Rock Content - ES. https://rockcontent.com/es/blog/ambientes-virtuales-de-aprendizaje/  
  
Sánchez García, J. A., & Gómez Aguilar, D. L. (2017). Diseño e implementación de un proyecto de investigación en el aula sobre la fitorremediación de Cr(VI) como una estrategia para el desarrollo de competencias científicas investigativas. Bio-grafía, 10(18), 75.88. https://doi.org/10.17227/vol.10.num18.bio-grafia75.88  
  
Secretaria Distrital de Ambiente (2015). Guía de producción más limpia para el sector curtiembres de Bogotá: Enfoque en vertimientos y residuos. https://oab.ambientebogota.gov.co/?post\_type=dlm\_download&p=2891   
  
Tahiri, S., Messaoudi, A., Albizane, A., Azzi, M., Bouhria, M., Younssi, S. A., Bennazha, J., Mabrour, J. (2003). Removal of Dyes from Aqueous Solutions by Adsorption on Chrome-Tanned Solid Wastes Generated in the Leather Industry. Water Quality Research Journal, 38(2), 393–411. doi:10.2166/wqrj.2003.025  
  
UNESCO (2021). Educación para el desarrollo sostenible. https://es.unesco.org/themes/educacion-desarrollo-sostenible   
  
Vásquez, L. (2012). Las curtiembres en el barrio San Benito de Bogotá. Un análisis bioético en la perspectiva de Hans Jonas [Trabajo de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].  
  
Vásquez, O. (2016). Curtiembres que incumplan requisitos ambientales serán selladas. Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/curtiembres-que-incumplan-requisitos-ambientales-seran-selladas   
  
Velásquez Restrepo, S. M., Giraldo Vásquez, D. H., & Cardona Vásquez, N. (2015). Reciclaje de residuos de cuero: una revisión de estudios experimentales. Informador Técnico, 79(2), 188–198. https://doi.org/10.23850/22565035.163  
  
Wei Xu, & Lifen Hao (2011). The feasibility of chrome shaving to remove Cr (III) from aqueous solutions. 2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection, 1624-1627. doi:10.1109/iswrep.2011.5893349.

(Puntaje máximo en la evaluación 20 puntos de 100)

***MÓDULO IV***

**METODOLOGÍA**

El enfoque investigativo será de tipo mixto; dado que, en primer lugar se recolectarán datos cuantitativos de las condiciones óptimas del prototipo que será implementado para la remoción de Cr en aguas residuales provenientes de la etapa de curtido. En segundo lugar, involucra la recolección de información cualitativa acerca de las competencias del desarrollo sostenible, los aspectos conceptuales sobre la Química ambiental y la tecnología limpia en los participantes antes y después de la implementación de la estrategia pedagógica y didáctica.  
Frente a lo anterior el alcance de la investigación será de tipo exploratorio-descriptivo, cuya delimitación espacio temporal comprenderá un tiempo máximo de un año de desarrollo e implementación con participantes de una curtiembre ubicada en San Benito Bogotá D.C. Esta seguirá un diseño secuencial explicativo (DEXPLIS) (Hernández-Sampieri, 2014) que involucrará en primer lugar la recolección de datos cuantitativos los cuales, posteriormente, apoyarán a los datos cualitativos. Dado esto, las fases de la metodología son:  
Fase 1: Estandarización de las condiciones óptimas de adsorción con las virutas del Wet Blue para la remoción de Cr en la etapa de curtido.  
Fase 2: Diseño de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala empleando las virutas del Wet Blue para la remoción de Cr en la etapa de curtido.  
Fase 3: Diseño de un AVA donde se involucren aspectos de la Química ambiental y el prototipo piloto basado en virutas del Wet blue.  
Fase 4: Evaluación de la propuesta educativa con relación al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible (DS) -análisis crítico y sentido de la responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras- en la industria de curtiembres de San Benito (Bogotá D.C.)..

(Puntaje máximo en la evaluación 20 puntos de 100)

***MÓDULO V***

**COMPROMISOS DE APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO**

De acuerdo a los lineamientos expuestos en la modalidad 1, a la cual se postula el presente proyecto se seleccionaron tres compromisos de apropiación social del conocimiento en los siguientes grupos:  
  
Grupo 1. Publicación de un artículo de investigación en una revista nacional categoría B.  
Grupo 3. Socialización de la estrategia pedagógica y didáctica (AVA) con el modelo piloto estructurado para la remoción de cromo en las aguas residuales provenientes de la etapa del curtido empleando las virutas del Wet Blue a los participantes de la industria de curtiembres de San Benito.  
Grupo 4. Dirección de una tesis del Programa de Maestría en Docencia de la Química..

(Puntaje máximo en la evaluación 20 puntos de 100)

***MÓDULO VI***

**EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

En este módulo se hace visible la coherencia entre objetivos, metas, cronograma (actividades y tiempo) y productos o resultados del proyecto. Se precisan las estrategias formativas que se promoverán como resultado del proyecto: como programas de formación (pregrado y postgrado), formación de monitores, entre otras. De igual manera, se establece la coherencia entre los rubros, los montos del proyecto y los desarrollos de los objetivos del mismo.

(Puntaje máximo en la evaluación 10 puntos de 100)

**A. CRONOGRAMA**

En este punto se debe apreciar la viabilidad de las acciones y procesos, la justa y real relación entre tiempos y acciones.

**Objetivos:** Transcribir los objetivos específicos definidos en el proyecto y en la identificación del tiempo necesario para llevarlos a cabo. Se debe diligenciar con X en los meses correspondientes al desarrollo de cada actividad

**Actividad:** Corresponde a la descripción secuencial de cada una de las acciones que realizará el grupo de investigación. Debe dar cuenta de las actividades prioritarias del proyecto en la vigencia que se programa y se deben asociar a cada uno de los objetivos específicos descritos en el proyecto.

**Responsable:** Es la persona del equipo de trabajo del proyecto a la cual se le asignan actividades puntuales en la ejecución y cumplimiento de los objetivos propuestos por el proyecto.

**FORMATO PARA ELABORACIÓN DEL CRONOGRAMA** (Solo si aplica: si el proyecto tiene una duración de más de 2 periodos académicos por favor elabore un cronograma por cada año, consulte términos de referencia)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CRONOGRAMA DEL PROYECTO** | | | | | |
| **Nombre actividad** | **Descripción actividad** | **Objetivo** | **Responsables** | **Fecha inicio** | **Fecha fin** |
| Actividad 1. | Realizar un análisis documental con relación a las variables óptimas de adsorción, empleando como adsorbente las virutas del Wet Blue para la remoción de Cr en aguas residuales sintéticas o reales (provenientes de la etapa de curtido). | Determinar las condiciones óptimas de adsorción de las virutas del Wet Blue (tamaño de partícula, agitación, tiempo de contacto, pH, temperatura, dosis, ciclos de reuso, selectividad y desorción) para obtener una alta eficiencia en remoción de Cr en aguas residuales sintéticas y reales (provenientes de la etapa de curtido). | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-01-17 | 2022-02-28 |
| Actividad 2 | Estandarizar a nivel experimental las condiciones óptimas de adsorción de las virutas del Wet Blue (tamaño de partícula, agitación, tiempo de contacto, pH, temperatura, dosis, ciclos de reuso, selectividad y desorción) para obtener una alta eficiencia en remoción de Cr en aguas residuales sintéticas y reales (provenientes de la etapa de curtido | Determinar las condiciones óptimas de adsorción de las virutas del Wet Blue (tamaño de partícula, agitación, tiempo de contacto, pH, temperatura, dosis, ciclos de reuso, selectividad y desorción) para obtener una alta eficiencia en remoción de Cr en aguas residuales sintéticas y reales (provenientes de la etapa de curtido). | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-02-14 | 2022-04-30 |
| Actividad 1. | Revisar literatura científica relacionada con el diseño e implementación de proyectos económicos, eficientes y a pequeña escala para la remoción de metales pesados. | Estructurar una propuesta de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala aprovechando las virutas del Wet Blue para remover Cr en las aguas residuales provenientes de la etapa de curtido y de esta forma cumplir con la normatividad vigente en vertimientos puntuales para Colombia. | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-04-04 | 2022-05-31 |
| Actividad 2. | Diseñar e implementar en una de las industrias de curtiembres de San Benito el modelo piloto aprovechando las virutas Wet Blue, como material adsorbente aplicando los datos teórico-experimentales obtenidos en el objetivo 1. | Estructurar una propuesta de un modelo piloto económico, eficiente y a pequeña escala aprovechando las virutas del Wet Blue para remover Cr en las aguas residuales provenientes de la etapa de curtido y de esta forma cumplir con la normatividad vigente en vertimientos puntuales para Colombia. | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-05-31 | 2022-08-31 |
| Actividad 1. | Diseñar y validar instrumentos relacionados con la indagación de competencias para el desarrollo sostenible seleccionadas, conocimientos previos relacionados con la Química ambiental y el prototipo de la tecnología con las virutas del Wet Blue antes y después de la implementación. | Diseñar el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) involucrando aspectos de la Química ambiental y el prototipo piloto basado en virutas del Wet blue. | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-07-04 | 2022-09-30 |
| Actividad 2. | Capacitar a los participantes en la estructuración e implementación del AVA. | Diseñar el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) involucrando aspectos de la Química ambiental y el prototipo piloto basado en virutas del Wet blue. | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-09-01 | 2022-10-31 |
| Actividad 1. | Analizar los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados antes y después en el objetivo 3 apoyados en softwares de análisis mixtos. | Evaluar la propuesta educativa diseñada e implementada con relación al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible (DS) -análisis crítico y sentido de la responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras- en la industria de curtiembres de San Benito (Bogotá D.C.). | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-10-03 | 2022-11-30 |
| Actividad 2. | Proponer recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas con la mejora y eficiencia del prototipo piloto en función a la remoción de Cr en las aguas residuales, así como de la propuesta educativa diseñada. Por otro lado, retroalimentar a los participantes en función a la investigación y al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible. | Evaluar la propuesta educativa diseñada e implementada con relación al fortalecimiento de las competencias para el desarrollo sostenible (DS) -análisis crítico y sentido de la responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras- en la industria de curtiembres de San Benito (Bogotá D.C.). | Investigador principal, Coinvestigador, Asesor, Monitor, | 2022-11-01 | 2022-11-30 |

**B. EQUIPO DE DOCENTES INVESTIGADORES QUE DESARROLLARÁN EL PROYECTO**

Este cuadro se diligenciará para reportar en los planes de trabajo, las horas de investigación semanales que corresponde a cada docente investigador que presenta el proyecto. Por ello, se deben identificar los docentes miembros del equipo de investigación que tendrán horas de investigación asignadas en su plan de trabajo. No se debe incluir la información de estudiantes monitores ni contratistas.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Identifique todos los docentes que se vincularán al proyecto y que contribuirán a su desarrollo.** | | | | | | | |
| **PERSONAL VINCULADO AL PROYECTO** | | | | | | | |
| **No** | **Identificación**  **(Nº documento**  **identificación)** | **Nombres y apellidos** | **Facultad, Departamento, Programa, Doctorado, IPN, escuela maternal** | **Escriba el tipo de Vinculación** | **Horas solicitadas** (Consultar términos de referencia de la convocatoria) | **Rol dentro del grupo de investigación** (Investigador Principal o coinvestigador) | **Correo electrónico institucional donde será contactado** |
| Planta/  ocasional/ catedrático pensionado/ catedrático/  provisional IPN | Número de horas semanales dedicadas al proyecto |
| 1 | 55162697 | Elcy Rocio Cedeño Medina | Facultad de Bellas Artes | Docente Ocasional | 12 | Coinvestigador | ecedeno@pedagogica.edu.co |
| 2 | 52070573 | Dora Luz Gomez Aguilar | Facultad de Ciencia y Tecnología | Docente de Planta | 12 | Investigador Principal | dgomez@pedagogica.edu.co |

***SI EL PROYECTO ES COFINANCIADO REGISTRE LOS COINVESTIGADORES DE OTRA INSTITUCIÓN QUE SE VINCULARÁN AL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, CONFORME A LA INFORMACIÓN SOLICITADA EN LA SIGUIENTE TABLA:***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Identificación**  **(No documento**  **identificación)** | **Nombres y apellidos** | **Profesión** | **Nombre Institución** | **Número de horas semanales dedicadas al proyecto** | **Teléfono ó celular de contacto** | **Correo electrónico** |

**C. PRESUPUESTO:** El presupuesto del proyecto presenta dos (2) o tres (3) fuentes de financiación las cuales son recursos de: inversión, funcionamiento (horas asignadas en el plan de trabajo de los docentes) y cofinanciación (cuando la investigación cuenta con cofinanciación de otra institución). El presupuesto que se solicite debe mostrar coherencia entre los objetivos de la investigación, el tiempo de ejecución, los insumos requeridos y las estrategias de gestión de su producción o de sus resultados, Por favor diligencie los cuadros del presupuesto del proyecto:

**Duración:** Indique los periodos académicos en los cuales se ejecutará el presupuesto del proyecto de investigación. Revise los términos de referencia para definir el tiempo.

**Períodos académicos**: 2.

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO:** Diligenciar la totalidad de los campos solicitados según corresponda en cada cuadro. (No se debe simplificar los valores (números), se deben incluir todas las cifras de cada rubro).

**CUADRO RECURSOS DE INVERSIÓN[[2]](#footnote-2) CUADRO RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO CUADRO RECURSOS DE COFINANCIACIÓN**

(Cuando la investigación cuente con cofinanciación interinstitucional)

|  |  |
| --- | --- |
| ***CLASE DE RUBRO*** | ***VALOR EN PESOS ($)*** |
| 1. **Servicios Profesionales o de apoyo técnico** | $10,400,000 |
| 1. **Monitores** | $7,560,000 |
| 1. **Equipos** | $6,040,000 |
| 1. **Fotocopias** | $0 |
| 1. **Materiales** | $1,000,000 |
| 1. **Trabajo de Campo** | $300,000 |
| 1. **Socializacion** | $500,000 |
| 1. **Transporte urbano** | $200,000 |
| 1. **Material Bibliográfico** | $0 |
| 1. **Personal docente** | $0 |
| 1. **Otro cofinanciación** | $0 |
| **TOTAL RECURSOS DE INVERSIÓN** | **$26,000,000** |

|  |  |
| --- | --- |
| ***CLASE DE RUBRO*** | ***VALOR EN PESOS ($)*** |
| 1. **Servicios Profesionales o de apoyo técnico** | $0 |
| 1. **Monitores** | $0 |
| 1. **Equipos** | $0 |
| 1. **Fotocopias** | $0 |
| 1. **Materiales** | $0 |
| 1. **Trabajo de Campo** | $0 |
| 1. **Socializacion** | $0 |
| 1. **Transporte urbano** | $0 |
| 1. **Material Bibliográfico** | $0 |
| 1. **Personal docente** | $65,477,952 |
| 1. **Otro cofinanciación** | $0 |
| **TOTAL RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO O DE HORAS ASIGNADAS EN EL PLAN DE TRABAJO DE LOS DOCENTES** | **$65,477,952** |

|  |  |
| --- | --- |
| ***CLASE DE RUBRO*** | ***VALOR EN PESOS ($)*** |
| 1. **Servicios Profesionales o de apoyo técnico** | $0 |
| 1. **Monitores** | $0 |
| 1. **Equipos** | $0 |
| 1. **Fotocopias** | $0 |
| 1. **Materiales** | $0 |
| 1. **Trabajo de Campo** | $0 |
| 1. **Socializacion** | $0 |
| 1. **Transporte urbano** | $0 |
| 1. **Material Bibliográfico** | $0 |
| 1. **Personal docente** | $0 |
| 1. **Otro cofinanciación** | $0 |
| **TOTAL RECURSOS DE COFINANCIACIÓN** | **$0** |

**RESUMEN PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

|  |  |
| --- | --- |
| ***FUENTE DE FINANCIACIÓN*** | ***VALOR EN***  ***PESOS ($)*** |
| **RECURSOS DE INVERSIÓN** | $26,000,000 |
| **RECURSOS DE FUNCIONAMIENTO U HORAS ASIGNADAS EN EL PLAN DE TRABAJO DE LOS DOCENTES** | $65,477,952 |
| **RECURSOS DE COFINANCIACIÓN** | $0 |
| **TOTAL DE RECURSOS DEL PROYECTO** | $91,477,952 |

**D. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES O PERSONAL TÉCNICO DE APOYO:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de vinculación** | **Número de personas** | **Objeto del contrato** | **Justificación** | **Valor solicitado para el contrato** |
| Asesores | 1 | Contribuir con el levantamiento de información documental, realización de ensayos fisicoquímicos experimentales para la obtención de las condiciones óptimas del modelo piloto así como su posterior diseño e implementación; Estructuración e intervención del AVA y los instrumentos de recolección de información. | Es necesario llevar a cabo el levantamiento de la información, los ensayos experimentales, para cumplir a cabalidad los objetivos formulados en la investigación. | $10400000 |
| **TOTAL** | **1** |  | | **$10,400,000** |

**Evaluadores Expertos:**

Diligencie el siguiente formato con la información sugerida de:

* Dos (2) evaluadores internos de la UPN, preferiblemente de Facultad y grupo de investigación distinto a la del grupo de investigación que presenta la propuesta.
* Dos (2) evaluadores externos a la UPN, preferiblemente con formación de Doctorado, que estén en capacidad de evaluar la propuesta en la temática presentada a la SGP- CIUP.

**FORMATO PARA REGISTRO DE PARES EVALUADORES**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **EXPERTOS SUGERIDOS DE LA UPN** | | | | | |
| **1. INVESTIGADOR EXPERTO INTERNO** | | | | | |
| Nombre(s) completos: | Sin registro | | | | |
| Primer Apellido: Sin registro | | | Segundo apellido: | | Sin registro |
| Dirección electrónica: Sin registro | | | | | |
| Teléfonos / Fax / Extensión y No de Celular: | | | | Sin registro | |
| Área o campo del conocimiento en la que es experto: | | | | Sin registro | |
| Formación Académica: Sin registro | | | | | |
| Dependencia académica a la que pertenece: Sin registro | | Facultad: Sin registro | | | |
| Departamento: Sin registro | | | |
| **2. INVESTIGADOR EXPERTO INTERNO** | | | | | |
| Nombre(s) completos: Sin registro | | | | | |
| Primer Apellido: Sin registro | | | Segundo apellido: Sin registro | | |
| Dirección electrónica: Sin registro | | | | | |
| Teléfonos / Fax / Extensión y No de Celular: Sin registro | | | | | |
| Área o campo del conocimiento en la que es experto: Sin registro | | | | | |
| Formación Académica: Sin registro | | | | | |
| Dependencia académica a la que pertenece: Sin registro | | | Facultad: Sin registro | | |
| Departamento: Sin registro | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **EXPERTOS EXTERNOS A LA UPN SUGERIDOS** | |
| **1. INVESTIGADOR EXPERTO** | |
| Nombres completos: Sin registro | |
| Primer Apellido: Sin registro | Segundo apellido: Sin registro |
| Dirección electrónica: Sin registro | |
| Teléfonos / Fax / Extensión y No de Celular: Sin registro | |
| Institución a la que pertenece: Sin registro | |
| Área o campo del conocimiento en la que es experto: Sin registro | |
| Formación Académica: Sin registro | |
| **2. INVESTIGADOR EXPERTO** | |
| Nombres completos: Sin registro | |
| Primer Apellido: Sin registro | Segundo apellido: Sin registro |
| Dirección electrónica: Sin registro | |
| Teléfonos / Fax / Extensión y No de Celular: Sin registro | |
| Institución a la que pertenece: Sin registro | |
| Área o campo del conocimiento en la que es experto: Sin registro | |
| Formación Académica: Sin registro | |

**ANEXOS**

1. Se deben tener en cuenta los aspectos considerados en los términos de referencia de la convocatoria [↑](#footnote-ref-1)
2. **Si aplica:** Para los proyectos que tengan una duración mayor a dos períodos académicos, se debe registrar para cada vigencia (año) el presupuesto previsto e incluir una tabla adicional con los mismos ítems diligenciando el total de los recursos del proyecto. Esta indicación también opera para recursos de proyectos con cofinanciación. [↑](#footnote-ref-2)