

ELEMENTOS DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA QUE
APORTAN AL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PARA
LA PROMOCION ACTITUDINAL Y EL ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES CTS
DESDE EL PROCESO CURTIDO Y LA ADSORCION DE CROMO (VI)

MARITZA ANGÉLICA MURCIA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA
BOGOTÁ
2020

ELEMENTOS DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA QUE
APORTAN AL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PARA
LA PROMOCION ACTITUDINAL Y EL ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES CTS
DESDE EL PROCESO CURTIDO Y LA ADSORCION DE CROMO (VI)

MARITZA ANGÉLICA MURCIA HERNÁNDEZ

Trabajo de grado de maestría para optar por el título de Magister en Docencia de la
Química

DIRECTOR
DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTINEZ
MAGISTER EN CIENCIAS-QUÍMICA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ
2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL EVALUADOR INTERNO

FIRMA DEL EVALUADOR EXTERNO

FIRMA DEL DIRECTOR

Dedicatoria

A Dios,

Quien fue mi soporte en cada uno de los momentos de construcción del presente trabajo de grado, él en su incondicionalidad y su grandeza permitió que pese a todas las adversidades de tipo físico y emocional no rindiera mis esfuerzos por alcanzar mis metas. Confiar en el plan que tiene para mi vida permitió entre otras cosas darme cuenta de que si estoy con él ser fuerte es mucho más fácil.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi mamá, mi hermana Mary y mis sobrinos por haberme acompañado en la que quizá hasta ahora ha sido emocionalmente hablando el momento más difícil en mi vida, gracias por su compañía constante, por su preocupación y por el ánimo que me brindaron cada vez que pensé en abandonar este lindo proceso. A mis michis por su compañía

Quiero agradecer a mi director el Profesor Diego Blanco, primero por comprenderme y soportarme como ser humano en los momentos difíciles, agradezco la confianza que siempre tuvo en mí para el desarrollo de este trabajo, su acompañamiento incondicional me impulsó a confiar en mis capacidades y a comprender que todo pasa.

Además quiero agradecer a mis amigos, los que estuvieron siempre y a los que poco a poco fueron llegando a mi vida durante el desarrollo del trabajo de grado por sacarme de la rutina, cada respiro en otros espacios permitió recuperar la seguridad y la fortaleza para dar por concluido este proceso.

Finalmente y no menos importante quiero agradecer a los profesores de la modalidad de profundización en la enseñanza de las técnicas analíticas instrumentales, desde su ejemplo me retan a dar lo mejor como docente y a asumir todos los retos que vengan en esta linda profesión, del mismo modo quiero agradecer a mis compañeros con quienes se creó el soporte mutuo en cada espacio complejo tanto conceptual como anímicamente. En especial quiero agradecer a mi compañero Enrique Restrepo, con él comprendo que las amistades son significativas por su incondicionalidad durante y al final de cada proceso.

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	JUSTIFICACIÓN	10
3.	ESTADO DEL ARTE	12
	3.1 ESTADO ACTUAL DEL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA DESDE EL ENFOQUE EXPLICITO.	12
	3.2 ADSORCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE SOBRE MATERIALES CARBONOSOS , REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL	18
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
5.	OBJETIVOS	23
	5.1 OBJETIVO GENERAL	24
	5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
6.	MARCO DE REFERENCIA.....	24
	6.1 MODELO 4 MUNDOS PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS METACONOCIMIENTOS EN NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.....	25
	6.2 ENSEÑANZA DE LA NDCYT DESDE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE SEA	32
	6.3 ASPECTOS GENERALES DEL PROCESO DE ADSORCIÓN	34
7.	METODOLOGIA.	39
	7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
	7.2 MUESTRA.....	39
	7.3 INSTRUMENTOS	40
	7.4 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	42
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
	8.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS TEÓRICOS PARA LA ENSEÑANZA DE ASPECTOS DE NDCYT	49
	8.2 EVALUACIÓN DE LA SEA POR EXPERTOS.....	52
	8.3 PILOTAJE DE LA SEA.....	58
	8.4 PROGRESIÓN ACTITUDINAL EN ASPECTOS DE LA SOCIOLOGÍA EXTERNA DE LA NDCYT	73
	8.5 EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS A PARTIR DEL JUICIO EMITIDO POR EXPERTOS Y EL PILOTAJE	84
9.	CONCLUSIONES	89
10.	RECOMENDACIONES	92
11.	BIBLIOGRAFIA.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de elementos metodológicos y teóricos para la enseñanza de la NdC. Elaboración propia.....	29
Tabla 2. Características de la adsorción construido a partir de Ramos (2007).....	34
Tabla 3. Definición de las características fisicoquímicas de la superficie de los carbones activados. Construido a partir de : ÇeÇen & Aktas, 2012, Perrich, 2018, Ramos, 2007, : Rodríguez & Silvestre, 2016	38
Tabla 4..Cuestiones y subtemas instrumento pretest-postest Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014)	41
Tabla 5. Etapas, objetivos y actividades de la Secuencia de Enseñanza Aprendizaje. Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas (2012)	44
Tabla 6. Actividades aplicadas SEA en el pilotaje. Elaboración propia	46
Tabla 7. Fundamentación de las categorías evaluativas para la promoción actitudinal en la SEA. Fuente: Autor	48
Tabla 8. Perfil profesional de los evaluadores expertos Elaboración propia.....	53
Tabla 9. Rubrica de evaluación de los desempeños actitudinales alcanzados en la SEA. Elaboración propia.....	59
Tabla 10. Intervenciones en la progresión actitudinal categoría responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico. Elaboración propia.....	62
Tabla 11.Intervenciones en la progresión actitudinal categoría acceso y desarrollo a los productos de ciencia y tecnología. Elaboración propia.....	66
Tabla 12. Intervenciones en la progresión actitudinal categoría utilidad social de conocimiento científico y tecnológico. Elaboración propia.....	71
Tabla 13. Relación categorías evaluativas de la SEA y cuestiones evaluadas mediante instrumento COCTS. Elaboración propia	74
Tabla 14. Aspectos relevantes en el diseño de paquetes de instrucción para la enseñanza de la ciencia desde el enfoque NdC. Fuente: Fernandes et al., (2014)	84
Tabla 15. Evaluación de los elementos teóricos y metodológicos .Elaboración propia. ...	86
Tabla 18. Estructura Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.	117

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Ponderaciones evaluación juicio expertos. Elaboración propia.....	54
Gráfica 2. Desempeños alcanzados categoría responsabilidad del quehacer científico y tecnológico pilotaje SEA.	61
Gráfica 3. Desempeños alcanzados categoría acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología pilotaje SEA. Elaboración propia.....	65
Gráfica 4. Desempeños alcanzados categoría utilidad social del conocimiento científico, pilotaje SEA. Elaboración propia.....	70
Gráfica 5. Índice actitudinal global ponderado. Elaboración propia	76
Gráfica 6. Índices actitudinales medios por cuestión. Elaboración propia	77
Gráfica 7. Cinética de adsorción Cr (VI) 100 ppm, pH 2 T.A Fuente: Elaboración propia	108

Gráfica 8. Cinética de adsorción Cr (VI) 100 ppm, pH 2 T.A Fuente: Elaboración propia 109

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo cuatro mundos para la conceptualización de la NdCyT tomado de: Manassero–Mas & Vázquez-Alonso (2019)	26
Ilustración 2. Representación esquemática de la microestructura de un carbón activado tomado de: Rodríguez & Silvestre, 2016)	37
Ilustración 1. Diagrama de procesos construido a partir de: SDA (2017)	122
Ilustración 2. Determinación del pH punto de carga cero del carbón activado. fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).	130
Ilustración 3. Evaluación del efecto del pH en la adsorción de Cr6+ fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).	130
Ilustración 4. Parámetros de las isothermas de adsorción de Cr 6+ fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).	130
Ilustración 5. Noticia ficticia. Elaboración propia	136
Ilustración 6. Noticia ficticia. Elaboración propia	137

1. INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología son cuerpos de conocimiento que desde su quehacer permiten el desarrollo de diversidad de acciones humanas, en los contextos industriales los cambios generados son asociados generalmente al surgimiento de artefactos que mejoran la calidad de vida de las personas. Sin embargo el desarrollo de las acciones industriales en algunas ocasiones a medida que progresan generan impactos negativos que se traducen en la aparición de problemáticas socioambientales relacionadas usualmente con el aumento en la contaminación de diversas esferas ambientales.

La aparición de tales problemáticas llama la atención de la sociedad en general, el desarrollo de diversas acciones participativas hace evidente el rol activo que los ciudadanos reclaman sobre las decisiones científicas y tecnológicas; tal preocupación se alinea con el objetivo de la corriente CTS y la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología desde las cuales se procura por la alfabetización y la generación de una cultura científica en la sociedad para la toma de decisiones de forma argumentada a partir del desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y la comprensión de las diversas interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Acevedo et al., 2005)

Con lo anterior y de acuerdo con Bennássar, Vázquez, Manassero, & García (2010), la enseñanza de las ciencias desde estos enfoques está permeada por la inclusión de contextos desde los cuales el abordaje de problemas científicos y tecnológicos con incidencia social y ambiental, favorece la comprensión de los conceptos científicos desde una visión realista y global de la ciencia.

En consecuencia, se presenta a continuación el análisis de los elementos teóricos y metodológicos sobre los cuales se favorece la comprensión de las interacciones ciencia y tecnología con incidencia social, a partir del reconocimiento de las influencias que experimentan el aparato tecnocientífico y la sociedad y la progresión en las actitudes adecuadas desde el diseño y estructuración de una secuencia de enseñanza-aprendizaje fundamentada en el proceso de curtido y en la adsorción de cromo hexavalente sobre carbón activado.

En el documento se presenta una justificación en la cual se evidencia la pertinencia de desarrollar materiales educativos sobre aspectos sociales de la naturaleza de la ciencia desde enfoques contextualizados, explícitos y reflexivos, orientados a docentes de química en formación inicial para su promoción actitudinal,

seguidamente se enuncian los objetivos a alcanzar la presente investigación así como el problema y la correspondiente pregunta de investigación.

Se señala la metodología seguida la cual se estructuró en tres etapas, la fase de inicio donde se identificaron los elementos teóricos y metodológicos para la estructuración de la SEA, la etapa de desarrollo en la cual también se llevó a cabo la evaluación de este material mediante juicio emitido por expertos y el pilotaje de algunas de las actividades diseñadas sobre las cuales se midió el impacto en la progresión actitudinal en la aplicación del instrumento COCTS en su forma pretest-postest.

Finalmente se presentan los resultados y sus respectivos análisis a partir de los cuales se evalúa la pertinencia de los elementos teóricos y metodológicos, se presentan las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

2. JUSTIFICACIÓN

El Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, expresa en su misión el compromiso con el liderazgo en los procesos educativos en química que involucren al hombre, la cultura y la sociedad, mediante estrategias y acciones interdisciplinarias que contribuyan a manejar y solucionar problemas generados por las interacciones hombre-ciencia-sociedad-ambiente (Universidad Pedagógica Nacional, s.f.). en tal sentido, en los procesos formativos debiera propenderse por el abordaje de las temáticas de la química de forma contextualizada donde las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad constituyan el eje para el reconocimiento de la utilidad del conocimiento científico y tecnológico en la vida cotidiana.

Los programas de formación de licenciatura en química¹ explicitan la formación de los sujetos en dos líneas de conocimiento, el abordaje de los conceptos químicos y la conceptualización sobre modelos pedagógicos y didácticos mediante los cuales se orienta la enseñanza de la química, partiendo de la fortaleza de desarrollar conocimientos en sus estudiantes desde contextos científicos y sociales, los programas de formación de profesorado en ciencias de acuerdo con Parga (2016), tiene la posibilidad de generar avances en los cuales se adopte un punto de inflexión entre las líneas de conocimiento de modo tal que los conocimientos disciplinares provenientes del conocimiento científico y tecnológico puedan ser analizados desde perspectivas políticas, económicas y sociales de modo tal que el docente reconozca los elementos meta disciplinares y multidisciplinares del sistema ciencia y tecnología relevantes para la formación ciudadana o la alfabetización científica.

La enseñanza contextualizada, a propósito de lo afirmado por Parga facilita el desarrollo de los metaconocimientos sobre las interacciones ciencia, tecnología y sociedad, desde el análisis de temáticas de relevancia como cuestiones socio científicas o cuestiones socio técnicas de impacto social (Vasquez Alonso & Manaserro, 2019), sin embargo este no constituye el único elemento clave para favorecer la comprensión de los aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, dentro de los programas de estudio es de vital relevancia el enfoque metodológico y teórico con el cual se diseñen cada una de las actividades.

¹ Afirmación procedente de la revisión de planes de estudio de las universidades que ofertan la licenciatura en química como programa académico de pregrado (Universidad Pedagógica Nacional, s.f.), (Universidad de los Andes, 2018), (Universidad Francisco José de Caldas , s.f.), (Fundación Universitaria Salesiana, s.f.)

Con lo anterior, el enfoque explícito y reflexivo resulta más efectivo que el enfoque implícito en la enseñanza de aspectos de la NdCyT; el diseño de actividades que demandan al estudiante el desarrollo de habilidades de orden superior como las habilidades metacognitivas, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y la argumentación durante los procesos de reflexión permite a los estudiantes además de cuestionarse sobre ¿cómo?, ¿para qué? o ¿Por qué? el aparato tecnocientífico ejerce influencia sobre la sociedad en diversos aspectos, comprender los rasgos culturales y sociales de la ciencia y la tecnología como cuerpos de conocimiento socialmente activos (A. Acevedo, 2009).

Así, el contexto elegido para el diseño de las secuencias de enseñanza o planificación de contenidos debe ser familiar para los estudiantes, pertenecer a su entorno cercano de modo que en la interacción del estudiante sienta familiaridad con el mismo; la cercanía y el carácter controversial que pueda tener el contexto seleccionado el cual como se ha mencionado puede incluir problemas ambientales, contaminación, aspectos éticos de la ciencia, entre otros (Zenteno & Garritz, 2010), Una vez realizada la selección, la reflexión debe promoverse mediante debates, casos simulados entre otros. Con lo anterior quien diseña estos paquetes instructivos se enfrenta durante la planeación del material educativo al reto de hacer explícitos los objetivos de cada actividad en términos de los aspectos de la NdCyT a trabajar. (Vázquez, Manassero, & Bennássar, 2013)

La revisión de las características de los elementos teóricos y metodológicos integrados o relacionados en las propuestas de contenidos curriculares para la enseñanza de la naturaleza de las ciencias, desde los enfoques explícitos y reflexivos adquieren relevancia debido a las diferencias en cuanto a la clasificación de contenidos que se consideran relevantes para la enseñanza de los aspectos de NdC. en consecuencia la identificación generalizada de los elementos ya mencionados permitirá además evidenciar la potencialidad de la integración de la visión de consenso y de la conceptualización la cuatro mundos en el análisis de los aspectos sociológicos de la NdCyT y su aplicación en el aula, desde la inclusión de temáticas complejas de la química como lo es la química de superficies en el proceso de adsorción de metales pesados, como alternativa de mitigación a la problemática de contaminación generada por la industria de las curtiembres.

3. ESTADO DEL ARTE

En el presente apartado se presentan de manera cronológica las diversas investigaciones que permiten reconocer la relevancia del enfoque explícito y reflexivo en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.

3.1 ESTADO ACTUAL DEL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA DESDE EL ENFOQUE EXPLICITO.

Durante las décadas de 1960-1970, la indagación fue concebida como un elemento clave para el aprendizaje de aspectos de la naturaleza de la ciencia, su inclusión dentro de los currículos de ciencias es realizada debido a la favorabilidad que representan el desarrollo de actividades propias del quehacer científico, la exposición del estudiante a los procesos de “hacer ciencia”, se creyó era viable para comprender el carácter subjetivo, empírico del conocimiento científico.(Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998).

La anterior premisa corresponde al principio sobre el cual se estructura la enseñanza de aspectos de la NdC² desde el enfoque implícito, es decir, la formulación de actividades centradas en los contenidos propios de la disciplina donde de forma transversal se incluyen elementos de la naturaleza de la ciencia de tipo epistemológico, histórico y sociológico. A partir de la distinción entre teorías y leyes, el reconocimiento de los procesos mediante los cuales ocurre la ciencia, así como el carácter tentativo, imaginativo y cambiante de la misma (elementos integrados en la visión de consensos de la NdC). El estudiante al recibir instrucción bajo este enfoque no posee conciencia plena del abordaje de tales aspectos, dado que inicialmente se abarcan desde el empleo de hechos históricos de la ciencia de forma descontextualizada y desarticulada con los conceptos científicos tratados.

La promoción de habilidades procedimentales en la enseñanza de las ciencias constituyo un enfoque que facilitó el abordaje de actividades de indagación en el aula; desde la perspectiva de diversas investigaciones, (Lawson, 1982; Riley, 1979) el desarrollo programas curriculares con enfoque implícito promovió el reconocimiento de aspectos metódicos de la ciencia, el razonamiento y la articulación de hechos históricos relevantes en la producción de conocimiento, sin embargo estos elementos que integran aspectos actuales de la naturaleza de la

² Abreviación referente a la naturaleza de las ciencias

ciencia abordados desde el enfoque, carecieron de reflexión por parte de los estudiantes, por lo cual, cambios actitudinales o comprensión acerca de aspectos de NdC resultan poco significativos.

A partir de la reforma propuesta por la asociación americana para el avance de la ciencia [AAAS] en 1993 orientada a la formación de los estudiantes en la comprensión de teorías, leyes, procesos de la ciencia y las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad a diferencia del enfoque implícito, hace referencia a la indagación como la estrategia mediante la cual es posible identificar el conjunto de características de la empresa científica, los procesos a través de los cuales el conocimiento científico es adquirido, así como su utilidad y precisiones éticas (Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004).

En correlación a la reforma mencionada, el diseño de paquetes instructivos, unidades didácticas, entre otros, integran a la planeación de sus actividades elementos de tipo explícito en el abordaje de contenidos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, siendo esencial la adopción de un contexto en el cual cada una de las actividades planeadas posea una base firme sobre la cual el estudiante llevará a cabo los procesos cognitivos; las actividades, más allá de presentar una considerable carga conceptual en alguna disciplina científica en específico, deben ser planeadas y programadas teniendo en cuenta el nivel evolutivo de los estudiantes, presentar a los mismos, los objetivos de cada actividad con el fin de que el estudiante reconozca claramente las acciones a ejecutar durante su realización (Lederman & Abd-El-Khalick, 2002).

El empleo de contextos juega un rol importante en el aprendizaje de aspectos de la NdC, dado que el estudiante a partir de situaciones concretas puede elaborar ejemplos al momento de solucionar o dar respuesta a cuestiones que involucran la reflexión guiada durante los procesos de aprendizaje en aspectos conceptuales epistémicos y sociales sobre los cuales la ciencia se desarrolla en la vida real (Duschl & Grandy, 2012).

La investigación realizada por Schwartz et al., (2004) evidencia como el uso de artículos científicos brinda un contexto pertinente para la promoción de actitudes hacia la naturaleza de la ciencia, la elección de estos contenidos teniendo en cuenta la filiación de los estudiantes hacia determinada disciplina científica, permite se lleve a cabo un proceso de perspectiva como los autores denominan, en el cual el estudiante ejecuta procesos de introspección y de metacognición con respecto a cada una de las acciones investigativas desarrolladas en el artículo científico, a

partir de la forma en la cual interpreta la información detallada y genera críticas a partir de sus conocimientos

La investigación desarrollada por los ya mencionados Schwartz et al., (2004) aporta la integración de la reflexión, la perspectiva y el contexto, como elementos esenciales dentro del enfoque explícito para la promoción de visiones de NdC consientes e informadas. Del mismo modo Küçük (2008) concluye a partir de su investigación que el abordaje de contenido de NdC desde enfoques socio científicos en el aula permite enlazar a partir de diversas actividades contextos, entramajes sociales y culturales sobre los cuales se desarrolla o repercute el quehacer científico con la construcción del conocimiento, como consecuencia de este enlace formado entre el contexto brindado por cuestiones de ciencia y tecnología, se favorecen las visiones hacia aspectos de la NdCyT por cuanto a partir de experiencias reales el estudiante reflexiona sobre el cómo el conocimiento científico es modelado por la realidad en la cual se desarrollan las investigaciones.

La investigación anterior, evidencia que, en el campo de la enseñanza y aprendizaje de aspectos de la naturaleza y sus múltiples interrelaciones, la interacción real con investigaciones científicas es sin duda uno de los contextos que favorece significativamente la comprensión de dichos aspectos. Morrison, Raab, & Ingram (2009) evidencian que a partir de la interacción de docentes con científicos del Observatorio LIGO los elementos de la NdC permiten la adopción de posturas críticas, las visiones adecuadas sobre la ciencia y la adquisición de actitudes informadas, desde estos elementos y luego de la interacción en el observatorio, docentes con o sin formación en ciencias se encuentran en la capacidad de estructurar programas curriculares de instrucción sobre NdC, dentro de los programas planeados la relación de los conceptos propios de la disciplina y los de la NdC no se ven “sobre acomodados”, es decir el empleo de contextos vivenciales le permite reconocer al docente la naturalidad en la cual se desarrolla el conocimiento de y sobre la ciencia.

En contraste, Akerson, Hanson, & Cullen (2007) diseñan un workshop dirigido a docentes de primaria que orientan asignaturas de ciencia. En el programa durante las sesiones de la mañana trabajan algunos conceptos de física mientras en las sesiones desarrolladas en la tarde reflexionan de forma explícita e intencionada la relación de esos conceptos con el carácter tentativo, empírico de la ciencia, su influencia social y cultural y el rol de la imaginación y la creatividad en el quehacer científico. Como resultado, investigadores evidencian un cambio en la percepción netamente empírica del conocimiento, la influencia de los contextos culturales y

sociales en establecimiento de conclusiones por parte de los científicos con respecto a los resultados obtenidos en sus investigaciones.

Hasta la antes de la segunda década del siglo XXI, las características de la NdC derivadas de la visión de consensos fueron elementos centrales en el diseño de contenidos curriculares para la enseñanza escolar y para el desarrollo de investigaciones sobre la promoción actitudinal, esta visión de contenidos enseñables de la ciencia, como ya se ha mencionado hace parte de la visión de consensos (McComas, 1998); con el transcurrir de la década el enfoque explícito tomó protagonismo en la promoción de actitudes y comprensión de aspectos de la NdC esto debido a la presentación clara de objetivos y el alcance esperado de los mismos en cada una de las actividades. Sin embargo, las investigaciones en la última década trasladan la importancia del enfoque explícito a la relevancia que adquiere el contexto en los procesos de enseñanza.

Duschl & Grandy (2012) en la revisión realizada acerca de los tipos de enfoques explícitos mediante los cuales se lleva a cabo la enseñanza de NdC, señalan que el enfoque explícito más allá de presentar claridad al estudiante sobre la intencionalidad y los objetivos de cada actividad, debe permitir que el estudiante por medio de las actividades se sumerja en la comprensión de los elementos cognitivos, sociológicos y epistemológicos de la NdC. Durante este proceso, la indagación se desarrolla de la mano con la comprensión explícita de los aspectos ya mencionados, por tanto, las actividades deben planearse de modo que el estudiante realice:

- Razonamiento a partir de evidencias.
- Analice los cambios entre modelos y teorías
- La participación de la cultura en las prácticas científicas.

Con lo cual es estudiante se enfrenta a:

- La construcción de modelos
- Colectar y analizar información a partir de actividades prácticas
- Construir argumentos a partir de posturas críticas

En tal sentido, la selección del contexto pertinente de acuerdo con los objetivos y caracteres de NdC a enseñar es un asunto clave.

Dentro de los contextos potenciales con los cuales el enfoque explícito favorece la comprensión de contenidos de naturaleza de la ciencia se encuentra la inmersión en investigaciones auténticas, entendidas como el conjunto de actividades

investigativas que pueden realizar los estudiantes en un escenario real de investigación como lo son semilleros de investigación de las universidades.

Burgin & Sadler (2016) en la aplicación del programa AESP³ evidencian que sobre la adopción de un enfoque explícito, reflexivo o implícito, el enfoque explícito durante el desarrollo la investigación le permite al estudiante reconocerse como sujeto responsable de la producción de conocimiento científico; de modo que al hacer parte de una comunidad científica con la cual es posible la evaluación de sus ideas y la identificación de los cambios que ocurren dentro de los procesos de construcción científica, cuenta con el entorno pertinente para comprender los aspectos esenciales de y sobre la ciencia. En la perspectiva de la propuesta realizada por Duschl & Grandy (2012) tales actividades, permiten reconocer aspectos sociológicos y epistemológicos propios de la NdC a partir del desarrollo de tales investigaciones no sólo por el hecho de hacer ciencia, si no debido a la oportunidad de integrar un equipo de trabajo con profesionales especializados tanto en temas de NdC como en un área específica de la ciencia.

El desarrollo de aspectos de la naturaleza de las ciencias a partir de cuestiones socio científicas desde enfoques explícitos permite evidenciar de forma clara la comprensión de los aspectos sociales sobre los cuales se desarrolla la ciencia. más allá de comprender las relaciones entre las comunidades científicas, este enfoque centra al estudiante en la formulación de posturas críticas, la toma de decisiones, la solución de problemas y análisis de otras posturas con respecto a los asuntos sociales, éticos, culturales derivados de las prácticas científicas. Su naturaleza controversial permite que, a partir de diálogos, debates, discusiones, selección de información e indagación acerca la situación problema el estudiante tenga un acercamiento real a los aspectos de la NdC. (Karian & Zeidler, 2016).

Los problemas complejos sobre los cuales se enmarcan las cuestiones socio científicas al pertenecer a los entornos cercanos para el estudiante son comprendidos como contextos excelentes para la enseñanza de contenidos de NdC. Lee et al (2013) desde la modificación genética como asunto controversial evalúan en los estudiantes actitudes hacia caracteres de la naturaleza de la ciencia como: el sentido de responsabilidad, compasión moral y social, visión ecológica del mundo. A partir del programa de instrucción compuesto por 7 clases tratan la incidencia de la modificación genética en la producción de cultivos y en el desarrollo de herramientas médicas para la cura de enfermedades; los casos expuestos generan posturas controversiales en los estudiantes por cuanto el avance científico

³ Siglas en ingles del programa: Experiencias auténticas en el programa de ciencias, Universidad de Southeastern EEUU.

y tecnológico es visto positivamente cuando representa un bien para el ser humano dado que permite la solución de diversos problemas relacionados con la salud y la calidad de vida, en cuanto a la producción agrícola posturas negativas emergen de los estudiantes debido a la manipulación de especies de plantas y su efecto en los equilibrios ecosistémicos, estas opiniones opuestas conllevan a la evaluación de posturas entre pares por medio de debates, y a la reflexión acerca de su postura por medio de entrevistas. La interacción con la problemática es pasiva, es decir el estudiante no posee interacción real con un caso en específico, por lo que el abordaje de las cuestiones socio científicas tiene un efecto moderado en la promoción actitudinal a pesar de haber sido empleado el enfoque explícito.

Si bien el empleo de cuestiones socio científicas se reconoce como un contexto auténtico, real y significativo que desde el enfoque explícito favorece la comprensión de aspectos de la NdC, su impacto es limitado al presentarle al estudiante la posibilidad de abordar las situaciones de forma pasiva, esto debido a lo lejana que puede resultar la problemática de los intereses propios del estudiante. Por esto, parte de las investigaciones desarrolladas en los últimos 10 años se enfocan en desarrollo de habilidades argumentativas o de pensamiento crítico de forma paralela a la comprensión de los aspectos de la NdC o los cambios actitudinales.

Khishfe (2014) en su investigación emplea dos cuestiones socio científicas diferentes una de carácter familiar (fluorización de agua) y otra de carácter no familiar (modificación genética) para los estudiantes, la instrucción explícita sobre la argumentación y la NdC permite al estudiante enlazar las características de la ciencia con la situación problema (fluorización del agua) con lo cual elabora argumentos, contrargumentos y refutaciones ante las posturas de sus pares durante el desarrollo de las actividades reflexivas. Quienes no reciben instrucción explícita con respecto a la enseñanza de los contenidos de NdC construyen argumentos y en un menor nivel contraargumentos esto debido al interés que despierta el contexto a los estudiantes, con ello se evidencia que el desarrollo de la argumentación conduce al estudiante a reconocer algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia aplicados a la problemática sin embargo, los procesos metacognitivos son poco favorecidos debido al reconocimiento implícito de tales elementos lo cual repercute en los escasos contrargumentos o refutaciones.

Desde la perspectiva docente la pertinencia de la argumentación en la enseñanza de la NdC desde el enfoque explícito empleando cuestiones socio científicas es resaltada por docentes en formación inicial. Para ellos el contexto brindado por problemas relevantes, le permite al estudiante comunicar sus ideas fácilmente,

cambiar la perspectiva o su posición hacia aspectos como el carácter tentativo o empírico de la ciencia, así como incrementar su curiosidad y reconocer el rol de ésta dentro de los procesos de construcción de conocimiento. Del mismo modo el estudiante se ve en la necesidad de adquirir autonomía en el desarrollo de sus habilidades de indagación, por cuanto la búsqueda y evaluación de datos e información es una actividad relevante para estructurar las evidencias sobre las cuales se soportan sus argumentos y en consecuencia toman decisiones o brindan soluciones a las problemáticas (Kutluca & Aydın, 2017).

El desarrollo histórico citado anteriormente permite evidenciar la importancia que ha tenido el diseño de materiales educativos, estrategias de intervención para el abordaje en el aula de las características de la Naturaleza de la Ciencia bajo el enfoque explícito y reflexivo, los avances centrados en la relevancia de contextos mediados por cuestiones socio científicas dan razón de lo relevante que resulta para el estudiante abordar desde sus conocimientos en ciencias situaciones problemas complejas propias de su entorno.

Con el fin de reconocer los conocimientos que constituyen el componente conceptual de la SEA desarrollada en la presente investigación, se relaciona a continuación una revisión del estado actual del proceso de adsorción de Cromo (VI) sobre materiales carbonosos.

3.2 ADSORCIÓN DE CROMO HEXAVALENTE SOBRE MATERIALES CARBONOSOS , REVISIÓN DEL ESTADO ACTUAL .

Problemáticas como el vertimiento de aguas residuales contaminadas con cromo hexavalente producto de la práctica artesanal e industrializada de las curtiembres, requiere de la investigación de metodologías mediante las cuales la eliminación total o la reducción de la concentración de las especies aniónicas de cromo hexavalente sea promovida.

Técnicas como el intercambio iónico a partir de membranas, reducción electroquímica, floculación y la filtración mediante membranas, han sido investigadas e implementadas en el tratamiento de cromo hexavalente en aguas residuales (Owlad, Aroua, Daud, & Baroutian, 2009). Sin embargo, el alto costo operación y de mantenimiento de estas conlleva a que los mecanismos de adsorción o biosorción resulten viables, debido a su alta efectividad en la remoción, fácil operación, recuperación del material, y bajo costo del proceso; es característico del proceso de adsorción de cromo hexavalente, la variedad de materiales empelados

como adsorbentes, entre estos se encuentran las zeolitas, alúminas activas, polímeros naturales y sintéticos, óxidos de grafeno, carbones activos, nanotubos de carbono, entre otros (Pakade, Tavengwa, & Madikizela, 2019) (Jung et al., 2013).

Los carbones activos en la remoción de cromo hexavalente de acuerdo con Pérez, Martínez, & Torregrosa (1995) se caracterizan por requerir volúmenes reducidos de solución para la remoción efectiva del adsorbato, por lo que bajas cantidades de adsorbente alcanzan porcentajes de remoción cercanos al 60% en condiciones ácidas a pH inferiores de 3.

Durante los años 70's del siglo XX, la remoción de especies de cromo hexavalente de aguas residuales empleando carbones activos tuvo un notable desarrollo en la investigación de las características físicas y químicas de las superficies, la evaluación los parámetros intervinientes en el proceso de adsorción, como el pH de la solución, la cantidad de adsorbente empleada y la concentración inicial de cromo hexavalente (Smithson & Institute, 1971);(Huang & Bowers, 1978). Dentro de los trabajos realizados es importante destacar el realizado por Huang & Wu (1977) en el cual, además de evaluar el efecto del pH de la solución sobre cantidad de cromo removida, realiza una aproximación a los parámetros termodinámicos que permiten comprender las interacciones electrostáticas entre adsorbato y adsorbente en términos de energía libre a partir del modelado de los datos obtenidos en las densidades de adsorción desde la aplicación el modelo de Langmuir. El valor allí calculado, de acuerdo con lo afirmado por los autores de las investigaciones mencionadas, permitió reconocer las interacciones químicas entre la superficie del adsorbente y los aniones HCrO_4^- y $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ predominantes en la solución en el intervalo de pH de 1-6.

La modificación de la superficie de los carbones activados mediante métodos físicos y químicos a partir del sometimiento del material a altas temperaturas y contacto con sustancias tales como sales, ácidos o agentes oxidantes y reductores para el surgimiento de nuevos sitios de adsorción o grupos funcionales, han sido estudiados ampliamente desde 1970 a la actualidad dada la diversidad de materias primas empleadas en la fabricación de carbones. En las investigaciones realizadas por Zhao et al., (2005), Céspedes, Valencia, & Díaz, (2007), Ghosh, (2009) Niazi, Lashanizadegan, & Sharififard, (2018), la oxidación de las superficies con ácidos fuertes como el ácido sulfúrico, ácido nítrico y reductores fuertes como el peróxido de hidrógeno, favorecen el surgimiento de grupos básicos, carbonilos, hidroxilos y lactónicos, además de la formación de macroporos los cuales son determinantes en la difusión de las moléculas del adsorbato desde el seno de la solución a los

microporos presentes al interior de la superficie, el aumento en el volumen de estos influye en los procesos de difusión intraparticular facilitando el alcance del estado de equilibrio en el proceso de adsorción. Asimismo, la presencia de tales grupos funcionales permite la protonación de la superficie a rangos de pH ácido de la solución (intervalos de 1-3) donde la adsorción de especies aniónicas como HCrO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ y CrO_4^{2-} se favorece a razón de las interacciones electrostáticas a las que hay lugar entre estos adsorbatos y la superficie.

El mecanismo de adsorción debido a este tipo de modificaciones se caracteriza por la reducción de cromo hexavalente a cromo trivalente producto de la generación de un potencial de reducción inferior por parte de los grupos donadores de electrones. Así, las formas iónicas de Cr^{3+} tienden a la formación de complejos con dichos grupos presentes en la superficie. Sin embargo la reducción de las especies de Cr^{6+} a Cr^{3+} se considera puede llevarse a cabo de forma indirecta partiendo de la formación de enlaces entre la superficie protonada y las diversas especies aniónicas una vez adsorbidos, la presencia de grupos donadores de electrones vecinos y el potencial generado por estos promueve dicha reducción indirecta (Park, Yun, Lee, & Park, 2008) (Altun & Pehlivan, 2012).

El desarrollo de las investigaciones en la modificación de la superficie de los adsorbentes se centra en el acoplamiento, impresión o impregnación de nuevos compuestos en la superficie del carbón activo haciéndola específica y selectiva en la adsorción de cromo hexavalente. Los polímeros hacen parte del grupo de compuestos altamente empelados para tal fin, La polietilenimina uno de ellos; esta amina polimérica soluble en agua cuenta con una alta presencia de grupos amino en cadenas que se acoplan a las capas grafénicas favoreciendo la adsorción de cromo hexavalente. El carbón activo fabricado a partir de cáscara palma y modificado mediante la impregnación en polietilenimina desarrollado por Owlad, Aroua, & Wan Daud (2010), evidenció a partir del estudio de su capacidad en la adsorción de cromo hexavalente que a valores de pH ácidos entre 3-4 fue posible una remoción máxima del 76,64%, el mecanismo de adsorción asociado específicamente a pH 4 involucra la formación de complejos con los grupos protonados en la superficie sin la reducción de las especies metálicas de cromo hexavalente a cromo trivalente.

El mecanismo explicitado anteriormente es característico de las modificaciones a las superficies mediante compuestos aminados; injertos de copolímeros de dietilentriamina y trietilamina al cubrir o llenar las cavidades de la superficie en presencia de las cadenas poliméricas insaturadas durante los procesos de oxidación, permiten la generación de grupos oxigenados donadores de electrones,

los cuales como ha sido mencionado son esenciales en la adsorción de cromo. A partir de ello el trabajo realizado por Sun et al., (2013), considera como paso inicial de la adsorción la formación de complejos en la superficie externa, seguido de la difusión intraparticular, cerca al tiempo de equilibrio inicia la reducción a cromo trivalente una vez las especies con carga de las especies previamente adsorbidas promoviéndose así el intercambio iónico con los grupos oxigenados que componen la superficie de sólido.

Los avances más recientes se centran en la adición de nanoestructuras complejas a la superficie del sólido adsorbente, la investigación realizada por Sharma et al., (2019) evidencia tal contribución en la adición de tetrapods⁴ de óxido de zinc a la superficie, dicho nano compuesto dota a ésta de estructuras tridimensionales sobre las cuales se favorece: la generación de macroporos flexibles en tercera dimensión aumentando así la superficie específica para la adsorción de las especies de cromo hexavalente, la capacidad de generar brazos que sobresalen de la superficie permite que un mayor número de poros y grupos funcionales estén expuestos para estar en contacto con las moléculas del adsorbato.

En condiciones de pH ácidas, del mismo modo que se presenta en las investigaciones anteriores se ve favorecido el proceso de adsorción, en el caso particular de los tetrapods el pH2 favorece las interacciones electrostáticas entre los grupos funcionales y las especies aniónicas de cromo hexavalente lo cual infiere en los porcentajes de remoción los cuales son del 97%, la presencia de zinc en la superficie promueve la formación de un potencial redox alto con el cual el cromo hexavalente se reduce y se acompleja con los grupos funcionales.

En la adsorción de cromo hexavalente, los nanotubos de carbono son otro tipo de material carbonoso poroso utilizado debido a las características mecánicas y eléctricas de su superficie. La optimización y especificidad de este material ha sido de interés de modo tal que su modificación se enfoca en aprovechamiento de tales características, así han sido desarrollados nanotubos con superficies oxidadas, nanotubos de paredes múltiples y nanotubos de carbono magnéticos.

Si bien, la oxidación de las superficies genera nuevos sitios disponibles para la adsorción y el surgimiento de grupos donadores de electrones, en la investigación realizada por Ihsanullah et al., (2016) los resultados obtenidos evidencian la repulsión existente entre los grupos funcionales cargados negativamente con los

⁴Estructura tetrapodal integrada por átomos de óxido de zinc en nanotubos de carbono y CA

aniones cromato, bicromato debido a la disminución del área específica del material luego de la modificación con ácido nítrico, lo cual repercute en un bajo porcentaje de remoción del adsorbato correspondiente al 45%. De otro lado, la formación de nanotubos de carbono con paredes múltiples a pesar de proporcionar una mayor superficie una vez esta es oxidada, disminuye su capacidad de remoción debido al impedimento estérico que experimentan las especies iónicas de cromo hexavalente al ingresar a los poros más estrechos dispuestos entre capas (De la Luz-Asunción et al., 2019).

El proceso de adsorción como fenómeno de la química de superficie ha sido integrado dentro de la formulación de estrategias de intervención, unidades didácticas para la adquisición de habilidades, el desarrollo de competencias a medida que se da una comprensión de los conceptos asociados al fenómeno. El trabajo realizado por Galindres & Rayo,(2020) aborda los conceptos de adsorción desde la problemática de contaminación por metales pesados, desde el análisis de los estilos de aprendizaje se favorece en el estudiante el desarrollo del pensamiento crítico, el pensamiento creativo y el pensamiento metacognitivo. La resolución de problemas como enfoque didáctico facilita los procesos de enseñanza aprendizaje por cuanto requiere del trabajo grupal por parte de los estudiantes, el desarrollo de consensos y el establecimiento de diversas soluciones facilita la comprensión de procesos de mayor complejidad como la adsorción competitiva de metales pesados (Donato, 2014).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los retos que la didáctica de las ciencias tiene para el siglo XXI de acuerdo con Porlan (1998) se encuentra la evaluación de la incidencia de las actitudes y

concepciones tanto de alumnos como docentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el mismo sentido, las actitudes han sido un tema relevante en la inclusión de la naturaleza de las ciencias en los currículos escolares de todos los niveles educativos por su significatividad en los procesos de alfabetización científica.

Diversidad de investigaciones acerca de la incidencia de las actitudes de los docentes y de los estudiantes en el aula en los procesos de formación sobre los aspectos de la naturaleza de la ciencia Vázquez Alonso (2014), Vázquez Alonso & Manassero Mas (2016) Vildósola, (2009), Garritz, Rueda, Robles, & Vázquez-Alonso (2011) han evidenciado la dificultad que presenta para los profesores de educación media y en formación inicial, la comprensión de los contenidos de la NdCyT donde predominan actitudes ingenuas o desinformadas ante las temáticas expuestas, estas dificultades son debidas al carácter multifacético y el componente emocional que se desarrolla de manera explícita durante los procesos de aprendizaje. Mas allá de complejidad que representa el aprendizaje de estos aspectos de la ciencia y la tecnología, la emergencia por el abordaje de estos temas durante la formación del profesorado radica en la capacidad que tiene las propias actitudes sobre las actitudes que van siendo generadas por los estudiantes durante sus propios aprendizajes.

Por lo anterior es necesario incluir en los procesos de formación docente espacios en los cuales sea explícita la instrucción sobre aspectos de la naturaleza de la ciencia de modo tal que más que enseñar conceptos, la ciencia que se aborde en el aula brinde herramientas a todas las generaciones para la toma de decisiones informadas, el reconocimiento a partir de posturas críticas de la influencia que el sistema ciencia y tecnología ejerce sobre la sociedad y viceversa, promoviendo así la alfabetización científica ciudadana.

En tal sentido previo a la formulación de paquetes de instrucción, secuencias de enseñanza-aprendizaje o unidades didácticas, es importante reconocer y validar los elementos teóricos y metodológicos más relevantes con los cuales se favorezca la comprensión de los contenidos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, desde esa perspectiva la pregunta de investigación que orientó este trabajo es:

¿Cuáles son los elementos a nivel conceptual y metodológico que se deben incorporar en una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje para el desarrollo de actitudes adecuadas frente a las relaciones ciencia, tecnología y su incidencia social al abordar cuestiones relacionadas con el proceso de curtido y la adsorción de cromo (VI) sobre carbón activado?

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los elementos conceptuales y metodológicos que se incorporan en una secuencia de enseñanza-aprendizaje fundamentada en la NdCyT desde cuestiones relacionadas con el proceso de curtido y la adsorción de cromo (VI) sobre carbón activado, para la promoción de actitudes adecuadas en un grupo de estudiantes frente a la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los elementos teóricos y metodológicos de los enfoques explícitos y reflexivos de la NdCyT, que se deben incorporar en una SEA para la promoción actitudinal y el establecimiento de relaciones CTS de un grupo de estudiantes del programa de Licenciatura en Química.
- Estructurar una secuencia de enseñanza-aprendizaje fundamentada en aspectos de la sociología externa de la NdCyT, en el curtido de pieles y la adsorción de cromo (VI) para la progresión actitudinal y el reconocimiento de las influencias de la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- Analizar la pertinencia didáctica y pedagógica de la SEA en términos de los elementos conceptuales y metodológicos que favorecen el establecimiento de relaciones CTS, a partir de los resultados obtenidos en la evaluación de juicio emitido por expertos, el pilotaje de algunas actividades y la progresión actitudinal.

6. MARCO DE REFERENCIA

Se presenta el marco de referencia mediante el cual se aborda la conceptualización sobre la enseñanza de aspectos de la sociología externa de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, y la relevancia en el diseño de materiales educativos que

favorezcan su enseñabilidad, además de una breve conceptualización sobre el proceso de adsorción y específicamente la adsorción de cromo hexavalente sobre carbón activado.

6.1 MODELO 4 MUNDOS PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LOS METACONOCIMIENTOS EN NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA.

El aumento de las problemáticas ambientales se evidencia en el continuo surgimiento de investigaciones científicas y avances tecnológicos en pro de solventar estos problemas, producto de esta afirmación, el actuar científico y tecnológico suele confundirse comprendiéndose de manera integrada (uno dentro del otro) o como consecuencia, omitiéndose las relaciones unidireccionales, bidireccionales y complementarias que pueden presentarse entre la ciencia la tecnología y la sociedad. Por esto de acuerdo con Acevedo Diaz, Vasquez Alonso, & Manassero–Mas, (2001) es importante que desde la visión cognitiva y educativa existan procesos de enseñanza en los cuales las relaciones entre ciencia y tecnología puedan ser observadas.

La enseñanza de los contenidos en ciencia y tecnología más allá de la alfabetización científica implican el reconocimiento de aspectos epistemológicos, sociológicos e históricos sobre los cuales se desarrollan los conocimientos científicos y tecnológicos. Abordar la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en el aula demanda la exploración de tales elementos, mediante un conjunto de metacimientos con los cuales se reconoce el ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Para qué? del conocimiento científico, tecnológico además de las diversas relaciones sociales y ambientales en las que están implicados (Vázquez Alonso & Manassero–Mas, 2012).

La conceptualización del modelo 4 mundos desarrollado por Manassero–Mas & Vazquez-Alonso (2019) facilita la comprensión en términos de las relaciones que soportan los metacimientos acerca de la NdCyT. El carácter controvertido, multifacético, complejo, dialéctico del sistema de ciencia y tecnología se explica a partir del modelo de 3 mundos de (Hodson, 2009) para el cual el primer mundo está compuesto por los objetos tanto materiales como simbólicos sobre los cuales se construye el conocimiento; el mundo dos, se integra por los pensamientos, actitudes e ideas (prácticas científicas) construidas por los individuos, diferentes instituciones políticas, económicas y gubernamentales las cuales inciden e interactúan activamente con el mundo 1 y con el mundo 3 el cual se soporta en los conocimientos tecnocientíficos compuestos a su vez por teorías y leyes (citado en Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2019).

El análisis desde disciplinas sociológicas (filosofía, sociología, epistemología e historia) acerca de cómo el papel de la ciencia se transforma a partir de las diversas interrelaciones y construcciones realizadas por los múltiples actores que integran el mundo 2, genera una serie de metaconocimientos que constituyen un cuarto mundo en el que se estructuran los contenidos enseñables de la naturaleza de la ciencia y la tecnología desde los cuales es posible el abordar el conocimiento científico y tecnológico a partir de la identificación de impactos, las formas de validación y de información de las acciones científicas y tecnológicas, en la ilustración uno se señalan cada uno de los componentes de cada mundo y las interacciones sobre las cuales se desarrollan los múltiples metaconocimientos sobre la NdCyT.

Ilustración 1. Modelo cuatro mundos para la conceptualización de la NdCyT tomado de: Manassero–Mas & Vázquez-Alonso (2019)



En la enseñanza de tópicos de NdCyT desde la conceptualización 4 mundos, las temáticas más allá de procurar por la apropiación conceptual se relacionan con la provisionalidad del conocimiento científico y tecnológico, la naturaleza humana y demás valores implicados en la acción científica y tecnológica, del mismo modo centra su atención en las ideas y opiniones generadas por la sociedad, la permeabilidad de acciones sociales, políticas y económicas sobre la ciencia y la tecnología y viceversa; con el fin de contribuir al desarrollo de visiones adecuadas e informadas en los estudiante acerca del papel de la ciencia en el mundo actual, de modo tal que se propicie el pensamiento crítico a partir del abordaje de problemáticas y la toma de decisiones (Bennássar et al., 2010).

La taxonomía propuesta por los autores del modelo facilita la estructuración de los contenidos en el currículo, en ella se clasifican los conocimientos acerca de: las

definiciones e interacciones entre ciencia y tecnología, sociología interna y externa de la ciencia y la tecnología y la epistemología. A partir de estas Aikenhead & Ryan (1992), Manassero Mas & Vázquez Alonso (2001) han desarrollado en investigaciones previas una caracterización desde opiniones informadas, plausibles y adecuadas de diferentes actores sociales sobre aspectos de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

En el aspecto de la sociología externa de la NdCyT, se engloban las relaciones entre los sistemas políticos, económicos y las comunidades sociales con las acciones científicas y tecnológicas que configuran el punto de partida para la construcción de contenido sociocognitivos, contenidos sociales desde una perspectiva del análisis y solución de problemáticas, además de las decisiones sociales y la formación en valores

.Estos metaconocimientos son mediados por distinción de la influencia mutua entre el sistema ciencia y tecnología con la sociedad, la influencia simultanea entre ciencia, tecnología y sociedad a partir de las construcciones sociales de la ciencia y la tecnología (Vazquez Alonso & Manaserro Mas, 2015a).

El reconocimiento de los caracteres complejos que presentan la ciencia, la tecnología y su integración con la sociedad así como las múltiples interacciones e interpretaciones realizadas por parte del mundo 3 implica el desarrollo de actitudes.

Desde la corriente CTS y la enseñanza de la NDC se reconocen las actitudes como el conjunto de creencias, predisposiciones, conductas y tendencias afectivas que promueven la emisión de valores, posturas u opiniones de los individuos hacia un objeto o suceso determinado. De acuerdo con Manassero, Vasquez , & Acevedo (2001b) las actitudes integran un elemento cognitivo donde se relacionan las creencias tanto formales como no formales que el sujeto ha adquirido en sus proceso de aprendizaje; además de ello, se conforma también por un elemento afectivo desde el cual se evidencia la predisposición negativa o positiva que emerge del objeto a conocer la cual a su vez se ve modelada por un elemento conductual desde el cual las pautas sociales o comportamentales presentan influencia sobre la precepción del individuo en determinada situación.

La conjunción de los elementos cognitivos, afectivos y conductuales permiten que la promoción de actitudes así como su evaluación sean elementos esenciales en los procesos de aprendizaje de las ciencias, el abordaje de estas en el aula en

desde la exposición de la ciencia en contextos sociales controvertidos fomenta la alfabetización científica de los individuos (Vázquez & Manassero 1995)

Finalmente, es importante mencionar que el modelo cuatro mundo se configura como el modelo más reciente empleado en la conceptualización de los aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología; previo a su formulación, los elementos conceptuales y metodológicos se centraron en la enseñanza de las características de la naturaleza de la ciencia suprimiendo el valor del conocimiento científico. Así, la visión de consensos estructurada por el análisis epistemológico, histórico y sociológico de la ciencia de la ciencia, propendió por el análisis en el aula acerca de la diferencia entre teorías y leyes además del reconocimiento de los procesos mediante los cuales ocurre la ciencia, así como el carácter tentativo, imaginativo y cambiante del conocimiento científico y el conocimiento tecnológico, la tabla 1 indica de forma explícita los elementos conceptuales y metodológicos que han sido empleados para la construcción de materiales educativos para la enseñanza de la NdC, estos son extraídos de la revisión de su estado actual..

Tabla 1. Recopilación de elementos metodológicos y teóricos para la enseñanza de la NdC. Elaboración propia

Investigación	Aportes o elementos metodológicos y teóricos
Lawson, (1982): The nature of advanced reasoning and science instruction.	La investigación realizada se enfoca en el desarrollo de programas curriculares donde se realiza una aproximación a elementos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología como el reconocimiento de los métodos sobre los cuales se desarrolla la ciencia y el razonamiento sobre los mismos desde el enfoque implícito, mediante la articulación de hechos históricos en la producción del conocimiento científico en cada una de las sesiones planeadas.
Riley, (1979) The influence of hands-on science process training on preservice teachers' acquisition of process skills and attitude toward science and science teaching	La indagación directa permite la adquisición de habilidades procedimentales tales como observación, la realización de inferencias, toma de datos, clasificación y comunicación de los mismos en un grupo de docentes en formación los individuos con mayor afinidad hacia la ciencia mejoraron sus actitudes de forma paralela a la adquisición de las habilidades ya mencionadas, con lo anterior el autor concluye que las actividades de tipo "hands on" con las cuales se recrea la producción del conocimiento científico permite un mejor conocimiento sobre la ciencia.
Schwartz, Lederman, & Crawford, (2004.) Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry	Los autores manifiestan la importancia del abordaje de aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología a partir del enfoque explícito en el cual los paquetes instructivos conllevan de forma directa al estudiante a reflexionar de forma guiada a partir de preguntas sobre los procesos de construcción del conocimiento científico, así como las implicaciones éticas de estos a partir de contextos relevantes para los estudiantes. Denominan "perspectiva" al producto (reflexiones o posturas críticas) generado a partir de los procesos de introspección y metacognición que el estudiante realiza sobre el análisis de las investigaciones realizadas desde el empleo de artículos científicos.
Lederman & Abd-El-Khalick, (2002) Avoiding De-Natured Science: Activities that Promote Understandings of the Nature of Science	El artículo señala como elemento esencial en el desarrollo de contenidos para la instrucción de aspectos de la NdC el nivel evolutivo de los estudiantes, por esto los objetivos a alcanzar durante cada una de las sesiones deben brindar claridad al estudiante sobre las características de la naturaleza de la ciencia a trabajar. Además de ello, en la investigación presentan una serie de actividades base por medio de las cuales se abordan los siguientes aspectos de la NdC: el carácter tentativo de la ciencia, la creatividad y la inferencia en la construcción del conocimiento científico, el reconocimiento de leyes, hipótesis y teorías como diferentes formas de conocimiento en ciencia las cuales se encuentran permeadas por los contextos sociales y culturales. Las actividades conllevan al estudiante a comprender las diferentes ideas de sus pares acerca de un tema producto de la observación, de allí se fundamenta en los estudiantes la idea que el conocimiento científico no es absoluto y su construcción depende de los entornos sociales y culturales de cada individuo, así como de la creatividad, imaginación y la realización de inferencias. Es importante resaltar la relevancia del trabajo en grupo el cual le permite a los estudiantes identificar los consensos a los cuales son sometidas las ideas de forma individual para la construcción grupal del conocimiento.
Duschl & Grandy, (2012): Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science	En la investigación realizada, los autores comparan dos modelos de instrucción en términos de las características explícitas sobre las cuales se abordan los aspectos de la NdC; la versión 1 como contenido trata la visión de consensos y los aspectos heurísticos de la NdC, los programas desarrollados bajo esta perspectiva de acuerdo con los autores, usualmente buscan el reconocimiento de tales aspectos de forma desarticulada con las prácticas científicas y las ideas centrales disciplinarias planteadas por el modelo NRC ⁵ . Por su parte el desarrollo de secuencias de aprendizaje basadas en la versión 2 se fundamentan en las prácticas científicas y dominios específicos durante su desarrollo el estudiante más allá de comprender los aspectos de la NdC, se centran en los estamentos cognitivos, epistemológicos, sociales en los que se envuelven las prácticas científicas a partir del razonamiento basado en evidencias, la formulación y cambios en los modelos explicativos, la participación de la cultura en las prácticas científicas desde la construcción y reformulación de modelos, recolección y análisis

⁵ Sigla del National Research Council

	de los datos, construcción de argumentos, uso especializado de las formas de hablar, escribir y representar los fenómenos que se construyen en las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.
Küçük (2008) Improving Preservice Elementary Teachers' Views of the Nature of Science Using Explicit-Reflective Teaching in a Science, Technology and Society Course	El trabajo presentado se enmarca en la comprensión por parte de docentes en formación de aspectos como el carácter tentativo y empírico; imaginativo y creativo de la NdC, la diferencia entre teorías y leyes, observación e imaginación mediante contextos socio científicos controversiales. El uso de problemáticas socio científicas brinda un contexto pertinente mediante el cual los docentes mejoran su comprensión y actitudes hacia la NdC debido a las discusiones construidas a partir de evidencias sociales científicas y tecnológicas sobre las cuales se desenvuelven las problemáticas, cada nueva evidencia permite reflexionar acerca de cómo las construcciones del conocimiento científico están mediadas por la aparición de nuevas evidencias (hechos, acontecimientos, resultados) así como la aceptación de las mismas dentro de la comunidad científica.
Morrison, Raab, & Ingram (2009): Factors Influencing Elementary and Secondary Teachers' Views on the Nature of Science	En el artículo se abordan las investigaciones auténticas como elementos esenciales para la comprensión de temáticas de la NdC, los autores brindan a docentes en ejercicio la oportunidad de reconocer los elementos de la naturaleza de la ciencia a partir de la observación directa de los procesos de investigación llevados a cabo por los científicos investigadores del observatorio Handford LIGO. Como actividades, el desarrollo de entrevistas estructuradas por los mismos docentes sobre aspectos de NdC desde la visión de consensos son dirigidas al coordinador académico del centro de investigación y a uno de los científicos, el desarrollo de estas permite la reflexión sobre cada aspecto de la NdC a evaluar, durante la formulación de la entrevista los docentes tienen orientación explícita de un experto en temas de naturaleza de la ciencia, procedimiento que resulta relevante por cuanto permite puntualizar en los aspectos a indagar desde el contexto ya evidenciado por los docentes. Del mismo modo las interacciones vivenciales con los científicos permitieron la promoción de las ideas ingenuas de los docentes acerca de la forma en que la cultura y el contexto social que rodea tanto al proceso de investigación como a cada uno de los científicos permea los procesos de construcción de la ciencia. De la experiencia, los docentes realizan la planeación de una unidad de indagación, en ella los elementos integrados hacen alusión al trabajo grupal por parte de los estudiantes, soportado en que la construcción del conocimiento científico se da a partir del trabajo colaborativo; la formación de objetivos y preguntas a responder durante los procesos de indagación en naturaleza de la ciencia sin temor a conducir a resultados "incorrectos"; la comprensión de los procesos de solución de problemas, el desarrollo del pensamiento lógico en el establecimiento de las relaciones causa y efecto.
Karisan & Zeidler, (2016). Contextualization of Nature of Science Within the Socioscientific Issues Framework: A Review of Research	El uso de contextos a partir de cuestiones socio científicas reflejan la importancia del contenido de las ciencias en los asuntos sociales (Karisan & Zeidler, 2016), esta es una de las conclusiones a la cual llegan los autores, luego de la revisión documental, este elemento clave hace parte de la reforma a la integración de contenidos curriculares para la enseñanza de aspectos de la naturaleza de la ciencia por cuanto permite: la evaluación y discusión de datos relacionados con las interacciones entre la ciencia y la sociedad, la toma de decisiones informadas, la comprensión a profundidad de los problemas sociales y culturales de la ciencia a partir de actividades como debates, discusiones desde el análisis de estudios de caso o casos simulados.
Lee et al (2013) Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens.	Las cuestiones socio científicas como vehículo para el desarrollo el carácter y valores de ciudadanos globales en estudiantes de secundaria. El marco conceptual sobre el cual se desarrollan tales habilidades en los estudiantes se compone de tres elementos: -Caracteres y valores en los cuales se integran la visión ecológica del mundo, compasión moral y social, responsabilidad social (basados en la clasificación propuesta por Choi et al. (2011)). -Procesos dialógicos a partir de discusiones en diversos contextos: Integran diversas actividades y caracteres propios de las cuestiones socio científicas para brindar a los estudiantes la oportunidad de reconocer la complejidad de los problemas sociales desde diversas perspectivas con el fin de analizar el carácter complejo de cada una de estas.

	<p>-Perspectivas personales, sociales y globales: reúne las experiencias personales de las estudiantes cercanas a la problemática socio ambiental, contextos sociales, contextos globales orientados al reconocimiento de las problemáticas y sus implicaciones mundiales.</p>
<p>Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of Socioscientific Issues: An effect on student learning and transfer. Khishfe (2014)</p>	<p>Los autores en su investigación evalúan grado de incidencia que presenta la realización de la argumentación explícita y la enseñanza explícita de aspectos de NdC. A partir de preguntas de tipo metacognitivo el estudiante logra elaborar argumentos, contra argumentos y refutaciones con una estructura sólida en los momentos de debate y discusión en las actividades a las que hay lugar. Con respecto a la instrucción sobre la NdC y desde la dinámica de preguntas, el estudiante identifica el carácter empírico, tentativo y subjetivo de las ciencias a partir de la reflexión a lo largo de la unidad, la cual es planeada en fases de indagación o enganche con la problemática, el desarrollo de análisis químicos y la reflexión sobre algunos asuntos sociales, económicos y políticos que rodean la problemática. El trabajo sincrónico de la argumentación y la comprensión de aspectos de la NdC resulta significativa toda vez que el estudiante se ve implicado en la comprensión del conocimiento científico y las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad en el contexto de la cuestión socio científica de modo que se favorece la construcción de puentes cognitivos entre la argumentación, los contenidos de naturaleza de la ciencia y el desarrollo de una postura crítica ante situaciones problémicas. En el artículo se reconoce la incidencia rol docente en la promoción de la argumentación y la comprensión de la NdC en factores como: la coordinación de las discusiones a lo largo de la clase, el uso de escritos para el andamiaje del conocimiento de los estudiantes, la relevancia del contexto a partir de la cuestión socio científica de la cual emerge la argumentación y la participación activa de los estudiantes durante su aprendizaje; factores analizados por Dawson y Venville (2010), citados en la investigación.</p>

La recopilación histórica evidencia la diversidad de elementos empleados para la inclusión de la naturaleza de la ciencia en los currículos de ciencia sin embargo, desde la conceptualización cuatro mundos, la organización de los materiales educativos debe seguir una estructura que permita, los cambios conceptuales desde el análisis de los metaconocimientos construidos por los estudiantes durante su proceso de aprendizaje, de acuerdo con Vázquez, Manassero & Benassar (2013), la estructuración intencionada de los materiales sobre la enseñanza de la NdCyT deben los aspectos de la ciencia y sobre la ciencia de forma explícita.

6.2 ENSEÑANZA DE LA NDCYT DESDE SECUENCIAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE SEA

El desarrollo y planificación de contenidos enfocados en el abordaje metacognitivo planteado por la NdCyT demanda una estructuración lógica de los mismos la cual debe atender al desarrollo conceptual y actitudinal de los estudiantes, por tanto las ideas previas del estudiante en tales aspectos es considerado un punto de partida esencial para la reestructuración de las redes cognitivas dado que al partir de lo previamente adoptado por el estudiante, la asimilación de nuevos conceptos surgirá de conexiones que pueda llevar a cabo con su estructura cognitiva primaria dotando a esta de contenidos formales (Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982) para el aprendizaje de las ciencias con los cuales pueda dar explicaciones, establecer relaciones y proponer soluciones a diversidad de problemáticas.

Las teorías explícita y reflexiva de la enseñanza de la ciencias favorecen significativamente la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos CTS en la medida en que los metaconocimientos implican que el estudiante desarrolle actividades cognitivas de alto nivel como la discusión, la extracción y extrapolación de objetivos de aprendizaje, la argumentación, la reflexión y la toma de decisiones (Vázquez Alonso 2014).

Desde el enfoque explícito el estudiante extrae los objetivos de aprendizaje, identifica sus conocimientos previos desde los cuales gestiona la nueva información dotada de características de la NdCyT, por medio de preguntas y resolución de problemas, procesa y recupera información permitiendo así la construcción de nuevas redes cognitivas en las cuales los aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología y el conocimiento específico de las mismas, conforman un metaconocimiento susceptible a ser extrapolado. (Vázquez, 2014), (Acevedo, 2009).

El enfoque reflexivo por su parte referido a los procesos de análisis y de elaboración de juicios acerca de los conocimientos, le permite al estudiante además de discutir y meta analizar desde diversas perspectivas los múltiples caracteres que la ciencia y la tecnología poseen, cuestionarse asimismo primeramente sobre los medios por los cuales elabora sus razonamientos, luego analizar en qué medida estos resultan comparables estableciendo consensos en el trabajo con pares, dando lugar así al control y la evaluación del proceso de aprendizaje. Actividades como la resolución de problemas socioambientales, el análisis de controversias científicas a lo largo de la historia de las ciencias brindan un contexto complejo a partir del cual el estudiante puede emplear múltiples estrategias metacognitivas como el análisis crítico, la elaboración de juicios sensatos y empleo de destrezas para el razonamiento lógico, entre otros (Vázquez Alonso 2014).

Vázquez Alonso & Manassero Mas (2012) presentan un modelo de secuencias de enseñanza-aprendizaje fundamentado en los enfoques mencionados anteriormente y en el ciclo de aprendizaje 5E propuesto por Eisenkraft (2003) en los cuales el proceso de enseñanza-aprendizaje adopta una ruta compuesta por la motivación, generación de preguntas, el desarrollo de la investigación, su aplicación para finalizar con un proceso de reflexión. Las SEA se caracterizan por desarrollar 7 fases enunciadas con la letra E (Elicitar, Envolver, Explorar, Explicar, Elaborar, Extender y Evaluar), los contenidos de cada etapa son contextualizados partiendo de una problemática relevante en el entorno de los estudiantes, donde el desarrollo de debates, lecturas y demás actividades favorece la argumentación, reflexión y la adopción de posturas críticas ante la problemática tratada de forma global, analizando las interacciones entre la sociedad, la ciencia y la tecnología.

La metodología y la secuenciación de los contenidos de acuerdo con el modelo promueve el aprendizaje activo en el estudiante de modo tal que su estructura cognitiva y los diversos cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales son promovidos. De este modo los elementos de los enfoques explícitos y reflexivos requieren para su explicitación en el aula el abordaje de situaciones controversiales como problemáticas socioambientales con las cuales pueda enlazarse la complejidad de la NdCyT con la utilidad de los conceptos científicos y tecnológicos. Con lo anterior conviene identificar los conceptos específicos de la química de la superficie y la fisicoquímica sobre los cuales se estructura la secuencia de enseñanza aprendizaje.

6.3 ASPECTOS GENERALES DEL PROCESO DE ADSORCIÓN .

La adsorción es el fenómeno superficial el cual involucra la acumulación de sustancias en una superficie o una interfase. La sustancia que sirve de interfase se denomina Adsorbente, mientras que la sustancia que es acumulada se denomina Adsorbato (Dąbrowski, 2001). La adsorción de acuerdo con el tipo de fase en que se encuentren el adsorbato y el adsorbente puede ser líquido- líquido, líquido-sólido, gas- líquido y gas-sólido.

El proceso de adsorción ocurre como resultado de las fuerzas de atracción que se desarrollan entre las fases y superficies de las moléculas a adsorber y el material sobre el cual estas serán adsorbidas, las fuerzas generadas relacionan diversas cantidades de energía dependiendo el tipo de interacción que exista entre los componentes del sistema (Dimikic, Brauch, & Kavanaugh, 2008).

En un sistema líquido-sólido, parte de las moléculas del soluto presentes en la disolución acuosa serán de naturaleza hidrófoba por lo cual tienden a ocasionar una disminución en la tensión superficial del solvente a diferencia de los iones o moléculas hidrofílicos los cuales permanecen en la disolución. Con lo anterior los iones o moléculas que tienden a abandonar el seno del solvente en la solución presentan fuerzas de atracción electrostáticas de tipo Van der Waals o forman enlaces con las moléculas que componen la superficie del material adsorbente (ÇeÇen & Aktas, 2012), el tipo de atracción desarrollada entre adsorbato y adsorbente determina si las interacciones desarrolladas son físicas o químicas o una combinación de estas (Ramos, 2007). De este modo las características generales del cada tipo de adsorción se presentan en la tabla 2

Tabla 2. Características de la adsorción construido a partir de Ramos (2007)

Características de la adsorción Química	Características de la adsorción Física
Es producto de la interacción química de los complejos del adsorbente y el adsorbato Presenta una alta energía de activación y ocurre a altas energías (temperaturas superiores a 200°C) Es irreversible El adsorbato se adsorbe en cierto tipo de sitios activos de la superficie del adsorbente	Es reversible Es producto de fuerzas intermoleculares de tipo Van der Waals Las moléculas no se adsorben en sitios específicos Las moléculas se desplazan libremente en la interfase Los calores de condensación y de vaporización son similares

El desarrollo de las interacciones entre adsorbente y adsorbato, se determinan en gran medida por las características fisicoquímicas del adsorbente asimismo, sin embargo las condiciones del sistema determinan la efectividad del proceso. A

continuación se presentan las diversas características o variable intervinientes durante la adsorción (Ramos, 2007).

- ✓ Características superficiales del sólido tales como textura, área específica, diámetro promedio de poro, volumen de poro, carga de la superficie, sitios activos y composición química del adsorbente.
- ✓ Características del adsorbato en términos del tamaño de molécula el cual debe presentar concordancia con el tamaño de poro del sólido, la polaridad y la concentración del adsorbato en la solución.
- ✓ Características de la fase líquida ya que el conocimiento de estas favorecerá o no el proceso de adsorción es importante que se tenga en cuenta condiciones de pH, temperatura, fuerza iónica y polaridad.

6.3.1 Isotermas de adsorción.

Conforme se avanza el proceso de adsorción las moléculas del adsorbato tienden a ocupar todos los sitios activos disponibles en la superficie del adsorbente hasta alcanzar el estado de equilibrio en el cual la velocidad de adsorción se iguala a la velocidad de desorción (fenómeno contrario en el cual las moléculas abandonan la superficie del adsorbente) en condiciones constantes de temperatura (Dąbrowski, 2001). Al desarrollarse el proceso a una temperatura establecida la gráfica que representa y permite interpretar determinados aspectos del proceso de adsorción es una curva isoterma (ÇeÇen & Aktas, 2012).

Diversos modelos matemáticos permiten la construcción de las isotermas de adsorción, estos a partir de diversas asunciones posibilita de forma hipotética caracterizar el proceso de adsorción. Dentro de los modelos más comunes aplicados en diversos experimentos se encuentran en modelo de isotermas de Freundlich y el modelo de isoterma de Langmuir.

En el modelo de Freundlich se asume la superficie de forma heterogénea en la cual los sitios disponibles poseen diferentes potenciales de adsorción, por ende el calor de adsorción en cada sitio es distinto, asimismo cada molécula de adsorbato se adsorbe sobre un sitio disponible en la superficie, la ecuación 1 representa la relación entre cada uno de los componentes del modelo (ÇeÇen & Aktas, 2012) .

$$q = K_f S_e^{1/n} \quad (1)$$

Donde:

q : representa la cantidad de adsorbente adsorbida por masa del adsorbente (mg/g).

K_f : Indica la capacidad de adsorción.

S_e : presenta la concentración del adsorbato en el equilibrio.

$1/n$: Intensidad de a adsorción

Para el modelo de isoterma de Langmuir propuesto en 1914, supone la superficie del adsorbente con características homogéneas por lo que el calor de adsorción es el mismo a lo largo de la superficie pero independiente al grado de recubrimiento, en un sitio disponible solo puede ser adsorbida una molécula de adsorbato, la adsorción ocurre únicamente en la formación de monocapa, la energía de adsorción de una molécula es independiente de las moléculas vecinas (Atkins, 1999).

$$q = \frac{q_{max} b S_e}{(1 + b S_e)}$$

Donde:

q_{max} : Adsorbato adsorbido por unidad de masa de adsorbente formando una monocapa completa en la superficie

b : Constante relacionada con la energía de adsorción.

La linealización de los modelos permite el cálculo de cada uno de los parámetros representativos y por ende la selección del modelo que mejor representa el comportamiento de los datos experimentales.

6.3.2 Carbón Activado

Los carbones activados son materiales que se caracterizan por ser versátiles por cuanto permiten la adsorción de una amplia gama de contaminantes presentes en diversas matrices ambientales (Rodríguez, Giraldo & Moreno, 2018). Fabricados a partir de materiales altamente carbonosos como lignito, carbón, madera, huesos de semillas, cáscaras de coco, coque de petróleo, entre otros, los cuales confieren al

producto final (carbón activado) una alta porosidad además de una importante cantidad de heteroátomos de carbono, nitrógeno y oxígeno (Perrich, 2018).

La preparación de estos materiales está integrada por la carbonización del mismo la cual se efectúa en hornos a altas temperaturas por debajo de los 800 °C en ausencia de oxígeno, seguido a la carbonización, el material es sometido a una activación física siendo sometido a temperaturas que oscilan entre los 950 °C y los 1100 °C o en el caso de la activación química, el material es puesto en contacto con agentes activantes tales como ácidos fuertes, bases fuertes o en ocasiones sales como el cloruro de zinc (Ramos, 2007; ÇeÇen & Aktas, 2012). En el desarrollo de estos procesos los átomos de carbono fundidos se organizan en estructuras hexagonales similares al grafito las cuales se apilan en un sistema de láminas mediante uniones aleatorias. Como se evidencia en la ilustración 2, los espacios bidimensionales, paralelos a los planos de las capas permiten la formación de poros dentro del material, los cuales serán distribuidos de manera aleatoria presentando además diferentes formas y tamaños, esta formación de poros se lleva a cabo principalmente durante la etapa de activación (Perrich, 2018; Rodríguez & Silvestre, 2016) .



Ilustración 2. Representación esquemática de la microestructura de un carbón activado tomado de: Rodríguez & Silvestre, 2016)

En el proceso de adsorción como se ha mencionado, características texturales como el área específica del adsorbente, el volumen de poro, el diámetro de poro, el pH de la superficie y los sitios activos son determinantes para la elección del carbón activado, la especificación de cada característica se recopila en la tabla 3.

Tabla 3. Definición de las características fisicoquímicas de la superficie de los carbones activados. Construido a partir de : ÇeÇen & Aktas, 2012, Perrich, 2018, Ramos, 2007, : Rodríguez & Silvestre, 2016

Característica	Definición o influencia en la adsorción
Área Específica	Compuesta por el área interna de poros y el área externa de las partículas de la superficie. El área de un carbón activado puede ser de 480-1800 m ² /g no necesariamente una mayor área de superficie hace más adsorptivo al material.
Diámetro de poro	La estructura carbonosa está formada por poros que de acuerdo con el diámetro se clasifican en macroporos con diámetro de poro > 50 nm, mesoporos diámetro de poro mayor a 2 nm e inferior a 50 nm y microporos con diámetros inferiores a 2 nm. Un diámetro de poro apropiado para el desarrollo del proceso de adsorción es aquel que presenta una relación estrecha con el tamaño de la molécula a adsorber
pH de la superficie y sitios activos	En los bordes de las láminas formadas entre los heteroátomos de carbono se encuentran diferentes grupos funcionales que provienen de la composición original del carbón o han surgido de la carbonización o activación estos pueden ser: carboxilo, anhídrido, carboxílico, lactona, lactol, fenólico, carbonilo, quinona u oxígeno. La concentración de estos dota a la superficie de una característica química ácida o básica a partir de la cual, al estar en solución acuosa y en contacto con otros iones (provenientes del adsorbato) da lugar a la aceptación de protones si la superficie es de naturaleza básica o a la donación de estos si es ácida

7. METODOLOGIA.

El diseño metodológico para la presente investigación define y evidencia los parámetros bajo los cuales se realizó la identificación y selección de los elementos teóricos y metodológicos empelados antes y durante el diseño de la SEA, la estructuración de la misma bajo el modelo 7E, su correspondiente evaluación mediante juicio de expertos y el pilotaje de algunas actividades seleccionadas de forma sincrónica y asincrónica desde las plataformas de Microsoft OneNote y Teams; así, se explican a continuación las herramientas metodológicas necesarias para el cumplimiento de los objetivos propuestos

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En correlación con los objetivos planteados la presente investigación se desarrolla desde un enfoque cualitativo por cuanto se busca comprender la perspectiva de los participantes sobre los fenómenos estudiados (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) a partir de la profundización de sus experiencias en el pilotaje de la secuencia de enseñanza y la aplicación de los instrumentos.

La investigación es de tipo correlacional, a partir de este se pretende conocer la relación existente entre los elementos conceptuales y metodológicos para la enseñanza de aspectos de la NdCyT y el establecimiento de las relaciones ciencia y tecnología con incidencia social, además de la comprensión de las influencias existentes entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

El diseño metodológico correspondiente es de tipo cuasi experimental con el cual a partir de un estímulo diseñado, en este caso la secuencia de enseñanza-aprendizaje se busca estudiar el impacto que esta genera sobre la población objeto de estudio la cual ha sido seleccionada de forma no aleatoria (Bono, 2012)

7.2 MUESTRA

La muestra corresponde a estudiantes séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia quienes cursan el espacio académico Sistemas Físicoquímicos (II) con edades comprendidas entre los 21-26 años

La muestra corresponde a 17 estudiantes, conformada por 12 mujeres y 11 hombres quienes participaron en el pilotaje de 3 fases de la SEA aplicada durante 4 semanas con una intensidad horaria que varió de 5 a 3 horas semanales.

7.3 INSTRUMENTOS

La recolección de la información a lo largo de la etapa de desarrollo de la presente investigación se realizó mediante la aplicación de instrumentos: un primer instrumento corresponde a la evaluación emitida por expertos al material diseñado en términos de las finalidades los conocimientos y procedimientos metodológicos de la enseñanza en temas CTS. La aplicación del pilotaje de la SEA compuesta por 5 instrumentos abordados en las sesiones sincrónicas y asincrónicas; finalmente se estructuró el instrumento pretest postest para evidenciar el impacto de la SEA en la promoción actitudinal de la muestra seleccionada, tal instrumento se estructuró a partir de la selección de 6 afirmaciones pertenecientes al cuestionario COCTS formulado por (Vázquez & Manassero, 1997)

7.3.1 Instrumento de evaluación de la secuencia por parte de expertos.

Con el fin de evaluar los aspectos metodológicos que constituyen la secuencia de enseñanza-aprendizaje se toma el instrumento desarrollado por Fernandes, Pires, & Villamañán (2014), a partir de tres dimensiones (finalidades, conocimientos y procedimientos), es posible identificar la medida en la cual cada una de las actividades de la secuencia de enseñanza-aprendizaje dan razón de los metaconocimientos que se desarrollan durante el aprendizaje de aspectos de la naturaleza de las ciencias desde el análisis de las interacciones que se derivan de la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad.

Las dimensiones están compuestas por parámetros que son habilidades y aspectos característicos de la NdCyT; a su vez, los parámetros se asocian a indicadores que permiten verificar la aproximación del contenido a las interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad que plantea la secuencia.

La valoración de cada uno de los indicadores se realiza empleando una escala de 1 a 5 donde 1 corresponde al no cumplimiento del indicador y 5 a su cumplimiento satisfactorio, en caso de obtener una puntuación media, en una casilla de observación pueden valorarse niveles intermedios de cumplimiento de cada indicador (Anexo 1)

7.3.2 Instrumento de evaluación de la progresión actitudinal Pretest-Postest.

El cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) propuesto por Vázquez & Manassero (1997) es empleado para evaluar la progresión actitudinal mediante la aplicación pretest-postest, este instrumento fue validado por expertos en temas de epistemología, filosofía y sociología.

De la taxonomía VOSTS⁶ -COCTS adaptada por Vazquez Alonso & Manassero Mas, (2015), se seleccionaron las cuestiones situadas en la categoría cuatro correspondientes a aspectos de la sociología externa de la ciencia y la tecnología, donde se ubica la dimensión denominada influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, allí se relacionan como subtemas la responsabilidad social, la resolución de problemas y la contribución al pensamiento social entre otras, la elección de los subtemas seleccionados se debe al contexto particular que ofrece el reconocimiento del proceso de adsorción como alternativa de mitigación de la contaminación a las problemáticas asociadas al curtido de cuero.

En la tabla 4 se relacionan los subtemas y los códigos de las cuestiones seleccionadas, el instrumento aplicado se encuentra en el anexo 2

Tabla 4..Cuestiones y subtemas instrumento pretest-postest Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014)

Subtemas	Cuestiones
Responsabilidad Social	40111- 40131
Resolución de Problemas	40411 - 40451
Contribución al Pensamiento Social	40711

Cada una de las cuestiones agrupa una serie de opiniones relacionadas con el enunciado general, estas representan visiones adecuadas, plausibles o ingenuas hacia el aspectos de la NdCyT.

Las visiones **adecuadas** hacen alusión a puntos de vista apropiados o informados desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la ciencia, por su parte las visiones clasificadas como **plausibles** son aquellas frases que expresan algunos puntos de vista aceptables a diferencia de las frases **ingenuas** en las cuales los puntos de vista carecen de información o relacionan opiniones no plausibles (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).

⁶ Sigla para definir la taxonomía Views on Science, Technology and Society.

La progresión actitudinal se evalúa a través del modelo de respuesta múltiple en el cual cada una de las cuestiones es puntuada de 1-9 teniendo en cuenta el grado de acuerdo que represente con respecto a sus creencias, es decir una cuestión puntuada con 9 corresponde a una proposición adecuada, la puntuación asignada con 5 indica una proposición plausible y una frase puntuada con 1 es considerada como totalmente inadecuada.

Las asignaciones dadas por los estudiantes se transforman a puntuaciones actitudinales. Las frases adecuadas e ingenuas presentan un máximo valor de 4 y un mínimo de -4 respectivamente, por su parte las posturas plausibles representan valores intermedios es decir el mayor valor, 2 hace referencia a una valoración parcial, una vez conocidos las puntuaciones actitudinales se aplica a las mismas la conversión a el índice normalizado comprendido entre 1 y -1 el valor más positivo identifica el grado de acuerdo máximo hacia determinada alternativa actitudinal, en cuanto al valor más negativo este representa el grado de desacuerdo u oposición con el carácter de la categoría, sea esta adecuada, plausible o ingenua.

El grado de plausibilidad, información o desinformación ante aspectos de la filosofía, sociología e historia de la ciencia y la tecnología para un grupo de estudiantes se reconoce una vez se calculan los índices normalizados mencionados anteriormente, estos proceden de sumatoria de las puntuaciones actitudinales y la división en su rango sea este 4 o 2.

7.4 ETAPAS METODOLÓGICAS.

En la figura 1, se relacionan las fases metodológicas a desarrollar para la consecución de los objetivos



Figura 1. Fases metodológicas de investigación fuente: autor

7.4.1 Etapa de inicio

Consistió en la identificación de los elementos teóricos y metodológicos con los cuales se fundamenta la secuencia de enseñanza-aprendizaje, en esta sección se describe brevemente las características generales de dicha revisión y se expone la metodología con la cual se estructuró la SEA.

7.4.1.1 Identificación de elementos teóricos y metodológicos

La fase de iniciación comprendió la recopilación bibliográfica de investigaciones desarrolladas acerca del diseño de paquetes de instrucción, diseños curriculares, secuencias de enseñanza-aprendizaje o unidades didácticas orientadas a la comprensión de las características de la naturaleza de la ciencia y sus interrelaciones, de allí fueron extraídos elementos relevantes del enfoque implícito de la enseñanza de la ciencia que en la década de los 70's resultaron impactantes para la promoción actitudinal; asimismo del enfoque explícito y reflexivo tomado como central para el diseño de la secuencia de enseñanza-aprendizaje se recopilaron elementos relacionados con tipo de actividades formuladas, habilidades desarrolladas y los materiales empleados en cada una de las investigaciones referenciadas. En la búsqueda realizada en las bases de datos se emplearon las palabras claves tanto en español como en inglés: naturaleza de la ciencia, currículo y naturaleza de la ciencia, instrucción in nature of science,(NOS) approach for teaching NOS content, naturaleza de la ciencia y currículo, socioentific issues and understanding NOS, Explicit and reflective NOS instruction, entre otro.

7.4.1.2 Estructuración de la propuesta didáctica.

A partir de la reconstrucción histórica realizada en la revisión del estado actual de los elementos conceptuales y metodológicos que poseen las estrategias de enseñanza de temas de NdC y NdCyT y el estado actual de los procesos de adsorción sobre carbón activado como alternativa para la mitigación de la problemática socioambiental relacionada con el vertimiento de residuos de cromo (VI) producidos por el curtido de pieles se construyen las actividades que componen la secuencia siguiendo la estructura definida por el enfoque CTS desarrollado por Vázquez Alonso & Manassero Mas (2012) el cual cumple con 7 fases a partir de las cuales el estudiante se aproxima a la comprensión de los temas de NdCyT, cada una de ellas, su objetivo y número de actividades a desarrollar por cada fase se en la tabla 5.

Tabla 5. Etapas, objetivos y actividades de la Secuencia de Enseñanza Aprendizaje. Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas (2012)

Etapas	Objetivo	No. de actividades establecidas
Extraer-Elicitar	Emerger las concepciones previas de los estudiantes	2
Envolver	Involucrar a los estudiantes despertando su interés por la problemática	2
Explorar	Progresar en la comprensión a partir de actividades de aprendizaje	3
Explicar	Emplear conceptos terminología y leyes	3
Elaborar	Transferir el aprendizaje a nuevos dominios en entornos próximos y entornos lejanos	1
Extender		
Evaluar	Aplicar métodos e instrumentos de evaluación formativa	Instrumento postest y en cada actividad

Las actividades relacionadas fueron planeadas teniendo en cuenta el enfoque explícito y reflexivo, presentan de manera clara el objetivo a alcanzar, asimismo se encuentran contextualizadas de modo tal que conllevan al estudiante a comprender las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad inicialmente a partir del reconocimiento del curtido de pieles como una problemática socioambiental, la comprensión del quehacer científico, la toma de decisiones y la generación de posturas críticas a partir del establecimiento de soluciones a la problemática.

7.4.2 Etapa de desarrollo

La etapa de desarrollo se compone por la evaluación de la secuencia de enseñanza aprendizaje por parte de un grupo de expertos en enseñanza de la química y en enseñanza y vinculación de aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología a los currículos de ciencia; dentro de la misma fase se lleva a cabo el pilotaje de las actividades planteadas para la fase Elicitar, Explorar, Explicar que conforman la secuencia de enseñanza-aprendizaje, dichas fases se eligen a razón de permitir evidenciar la progresión actitudinal la cual se corrobora luego en la aplicación del instrumento postest.

7.4.2.1 Evaluación de la SEA por expertos

En la sección de instrumentos se mencionó el cuestionario tipo Likert mediante el cual expertos evalúan la secuencia de enseñanza-aprendizaje desde las siguientes dimensiones:

- Finalidades: orientada a indagar en qué medida el material propende a la formación personal y social de los individuos, además del desarrollo de capacidades, actitudes y el carácter de educación para la ciudadanía, esta dimensión reúne aquellos elementos con los cuales se justifica el por qué enseñar ciencias desde la perspectiva CTS.
- Conocimientos: Evalúa la pertinencia, diversidad y naturaleza de los temas de ciencia considerados primordiales para los estudiantes, de modo que la estructuración de materiales da respuesta a la pregunta ¿Qué ciencia se debe enseñar?
- Procedimientos en respuesta a la pregunta ¿Cómo se debe enseñar la ciencia? la dimensión evalúa las prácticas metodológicas en donde se reúnen las estrategias y actividades utilizadas en ciencias para el logro de los objetivos de aprendizaje.

7.4.2.2 Pilotaje SEA

La aplicación de las actividades que conforman la SEA se seleccionaron de forma intencionada, su ejecución total se realizó en un tiempo total de 8 horas durante 3 horas, cada una de las sesiones planeadas se desarrollaron de manera sincrónica mediante la plataforma Teams de Microsoft en la cual se brindaban las instrucciones de la actividad y las discusiones en grupo a las que hubiese lugar, los productos finales de cada sesión así como los objetivos de cada actividad se realizaron de forma explícita y asincrónica en la plataforma OneNote de Microsoft. El siguiente link corresponde al acceso del OneNote donde puede encontrarse el rediseño de las actividades: https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/:o/g/personal/mamurciah_upn_edu_co/EIha3LwpMhRNoPH1ZkbJrWEBOU7dJLJrtLofOpV4xJDXXg?e=osqm3O .

Las fases del ciclo 7E y las actividades seleccionadas se agrupan en la tabla seis, allí para cada una se hace explícita la metodología de aplicación realizada y la mediación multimedial empleada.

Tabla 6. Actividades aplicadas SEA en el pilotaje. Elaboración propia

Fase del Ciclo 7E	Actividad realizada
Elicitar	<p>La primera actividad tuvo como objetivo acercar a los estudiantes al reconocimiento de las características de la actividad de las curtiembres como una problemática socioambiental, para ello, por medio de unas preguntas dispuestas en la plataforma padlet.co los estudiantes registraron los conocimientos previos acerca del curtido de pieles como actividad artesanal o industrial, los procesos más contaminantes y la razón por la cual era posible su clasificación como problemática socioambiental. Con el fin de generar un mismo contexto se presentan una serie de videos mediante los cuales se analiza: el proceso de curtido de pieles, las acciones legales tomadas por incumplimiento de las normas, las afectaciones sociales y medioambientales del proceso. Terminado esto y en base a la definición de una problemática socioambiental establecida por Orellana 1998, Aledo y Domínguez 2001 citados en (Moreno & Moreno, 2015) los estudiantes definen el contexto de las curtiembres como una problemática socioambiental.</p> <p>Como actividad asincrónica se les pide a los estudiantes a la luz de los elementos que componen la problemática, propongan una alternativa de solución o mitigación del impacto que esta genera en esferas sociales y ambientales</p> <p>Se socializan las soluciones propuestas por los estudiantes y como actividad sincrónica por grupos de trabajo los estudiantes responden preguntas acerca de: los actores implicados en la problemática, la responsabilidad de los mismos ante los procesos de contaminación y la utilidad o el rol del conocimiento de algunos aspectos de la ciencia para la comprensión de la cuestión socio científica.</p>
Explicar	<p>En sesión sincrónica se muestran a los estudiantes dos videos en los cuales se detalla la influencia que tiene el empleo de diferentes artefactos científicos y tecnológicos en el mejoramiento del proceso de curtiembres y por ende en la mitigación de la contaminación ambiental asociada, se discuten algunos puntos de vista acerca de las diferencias que ocasiona la tecnificación de los procesos desde perspectivas sociales, económicas, sociales y ambientales, así mismo los estudiantes de forma</p>

	<p>autónoma resaltan el papel del cuero animal como producto comercial de relevancia para sectores exclusivos de la sociedad.</p> <p>Como actividad asincrónica se les pide a los estudiantes realizar un análisis desde los casos expuestos en los videos desde los elementos analizados en la fase Elicitar, (responsabilidad social, artefactos científicos y tecnológicos, conocimiento científico)</p>
Explorar	<p>En la fase explorar se lleva a cabo el desarrollo de un debate desde un caso simulado, los estudiantes se dividen de acuerdo con el rol asignado, allí cuentan con una noticia desde la cual se contextualiza el caso y los roles con sus características e información de interés con la cual pueden construir sus argumentos. La idea central es la generación de consensos por parte de los estudiantes con respecto a la responsabilidad de los diferentes actores involucrados en la problemática y de la relevancia del conocimiento científico y tecnológico</p>

La evaluación durante las sesiones tomó como referencia las cuestiones seleccionadas del cuestionario de opiniones COCTS para estructurar una rubrica de evaluación general con la cual valorar las intervenciones de los estudiantes, a partir de ellas y tomando como referencia las formuladas por Murcia & Ruiz, (2017) se crean las categorías de análisis para la promoción actitudinal teniendo en consideración los aspectos de la sociología externa de la ciencia como la responsabilidad social, resolución de problemas, utilidad del conocimiento científico, además de los tipos de influencia que presentan la ciencia y la tecnología (influencia mutua, influencia simultánea e influencia de la educación científica) (Vazquez & Manaserro, 2015), su denominación, objetivo y tipo de influencia CTS relacionada se encuentran la tabla 7.

Tabla 7. Fundamentación de las categorías evaluativas para la promoción actitudinal en la SEA. Fuente: Autor

Categoría Evaluativa	Definición	Tipo de influencia CTS
Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	se fundamenta en las cuestiones 40111 y 40131 del cuestionario COCTS, las actitudes y metaconocimientos se orientan hacia los efectos de la acción científica y tecnológica y su respectiva divulgación como una responsabilidad tanto de la CyT como de la sociedad.	Influencia mutua
Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología.	En esta categoría se evalúa las actitudes y metaconocimientos generados a partir del reconocimiento de la influencia simultánea de la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas tanto sociales como ambientales, se fundamenta en las cuestiones 40411 y 40451.	Influencia Simultánea
Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico.	La relación entre la contribución de la ciencia y la tecnología al conocimiento social es tenida en cuenta en la valoración de las actitudes y los metaconocimientos que el estudiante construya al respecto, de modo tal que el objetivo es identificar en qué medida la adquisición de conocimientos sobre ciencia y tecnología contribuyen a posturas informadas sobre la problemática objeto de trabajo.	Influencia de la educación científica.

La rúbrica de evaluación general propone 3 niveles de evaluación bajo, medio y alto, los indicadores dentro de cada categoría están correlacionados con la afirmación de tipo adecuado, plausible e ingenuo que constituyen cada una de las cuestiones COCTS sobre las cuales se fundamentan, en este sentido desempeños bajos encontrados hace alusión a visiones ingenuas, desempeños altos a visiones informadas sobre la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad

8. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos derivados de la selección de los elementos metodológicos y teóricos empleados para la formulación de la SEA y la subsecuente progresión actitudinal de un grupo de estudiantes en aspectos de la sociología externa de la ciencia, la tecnología y la sociedad, específicamente sobre las influencias existentes en el sistema CTS.

De este modo se presentan los elementos seleccionados, su pertinencia, la evaluación de la SEA por juicio de expertos, el pilotaje de algunas actividades para el favorecimiento de la promoción actitudinal, el efecto de la aplicación SEA sobre las actitudes mediante la aplicación del instrumento COCTS y la evaluación de los elementos teóricos y metodológicos a la luz de los resultados obtenidos en las diferentes etapas de desarrollo de la investigación.

8.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS TEÓRICOS PARA LA ENSEÑANZA DE ASPECTOS DE NdCyT

Como producto de la revisión documental y dando respuesta al primer objetivo se indagó acerca de los fundamentos metodológicos y conceptuales bajo los cuales se han estructurado diversos diseños curriculares dirigidos a la enseñanza de aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología.

El análisis se centró en el reconocimiento de los elementos teóricos y metodológicos presentes en la enseñanza de contenidos de la naturaleza de la ciencia en general, donde prevalecieron las características de la NdC desde la visión de consensos integrada por el reconocimiento del carácter empírico, el carácter tentativo, imaginativo y creativo de la ciencia.

El segundo criterio empleado para la identificación de la pertinencia de los elementos metodológicos se tuvo en cuenta el objetivo de la SEA : “El desarrollo de actitudes informadas hacia la ciencia a partir de la estructuración de metaconocimientos relacionados con la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad”, de modo que se abordaron investigaciones donde el contexto brindado por las cuestiones socio científicas resulta relevante para comprensión y orientación de los aspectos sociales de la ciencia en el aula.

8.8.1 Elementos conceptuales y metodológicos empleados en la estructuración de la SEA.

La estructuración de secuencias, estrategias de intervención, paquetes de instrucción o currículos para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia están relacionados con el desarrollo de habilidades, la construcción de modelos representacionales y explicativos, además de la comprensión de las características sobre las cuales se circunscriben las complejas relaciones ciencia, tecnología y sociedad.

El reconocimiento algunos de estos elementos son el soporte sobre el cual se planifican las actividades que buscan progresiones en la comprensión de los elementos CTS, en la generación de actitudes, entre otros.

A continuación, en la figura 2 se relacionan aquellos elementos claves empleados antes del diseño, durante el diseño e implementación de la secuencia de enseñanza-aprendizaje, estos provienen del análisis realizado sobre investigaciones orientadas a la comprensión de aspectos de la NdC, el desarrollo de habilidades argumentativas y del pensamiento crítico especialmente dirigidas a docentes en formación inicial y en ejercicio.

El proceso adsorción de cromo hexavalente sobre carbón activado debido a su correspondencia con la problemática socioambiental del vertimiento de residuos producto del curtido de pieles, se integró como elemento conceptual en la SEA dado que permite generar un contexto relevante para la promoción actitudinal.

En el anexo 3 se muestran los análisis preliminares del proceso de cinética de adsorción que permitieron establecer los elementos conceptuales de la química de superficie pertinentes para su enseñanza en un curso de fisicoquímica de acuerdo con lo declarado en el programa analítico propuesto por la universidad.

Figura 2. Elementos teóricos y metodológicos empleados para la estructuración y aplicación de la SEA. Elaboración propia



En la construcción de la secuencia de enseñanza aprendizaje tal y como se mencionó en el apartado metodológico, el modelo 7E orientó el diseño de las actividades de manera progresiva de modo tal que al momento de ser implementado el material los estudiantes incorporaran a sus modelos explicativos elementos cognitivos y procedimentales como el desarrollo de las posturas críticas, la formulación de argumentos, la evaluación de evidencias, datos entre otros.

Los elementos didácticos y metodológicos incorporados para tal fin comprendieron el uso de herramientas en línea de análisis o síntesis como noticias y videos con los cuales el estudiante puede estructurar los nuevos conocimientos (Maina, 2020) por cuando favorecen la extracción de evidencias necesarias para el razonamiento y estructuración de sus intervenciones, de acuerdo con Duschl & Grandy, (2012) este tipo de instrumentos favorece el reconocimiento de los estamentos sociales y cognitivos sobre los cuales se desenvuelve la ciencia, además de ello, en la procura de generar cambios en los modelos explicativos de los sujetos; como actividad integradora de la secuencia fue diseñado un caso simulado con el cual el trabajo entre pares, la generación de consensos para generar una opinión o la toma de una decisión incide en la comprensión a profundidad de los problemas sociales y culturales de la ciencia (Karisan & Zeidler, 2016).

Durante la implementación de la secuencia, las actividades seleccionadas para el pilotaje fueron modificadas de modo tal que su desarrollo sincrónico y asincrónico, a través de las plataformas OneNote y Teams propendiera por el trabajo colaborativo, reflexión guiada a través de cuestiones explícitas en cada etapa, para la identificación de los procesos metacognitivos desarrollados por los estudiantes es importante mencionar que quizá los resultados relacionados a lo largo del documento estuvieron influenciados por el tipo de desarrollo (sincrónico-a sincrónico) experimentado.

8.2 EVALUACIÓN DE LA SEA POR EXPERTOS

La secuencia de enseñanza-aprendizaje denominada “Curtiembres una actividad Eco-amigable” se sometió a la evaluación de 3 expertos quienes a partir del análisis sobre las finalidades, los conocimientos relacionados y los procedimientos empleados para la enseñanza de aspectos de la NdCyT, evaluaron los elementos teóricos y metodológicos mediante los cuales se diseñó la SEA fundamentada en la problemática socioambiental de las curtiembres y el proceso de adsorción de cromo hexavalente sobre carbón activado.

Los perfiles de cada uno de los evaluadores además de sus años de experiencia se presentan a continuación, cada uno de ellos se denominó como Ev 1, Ev 2 y Ev 3, respectivamente con el fin de proteger sus identidades

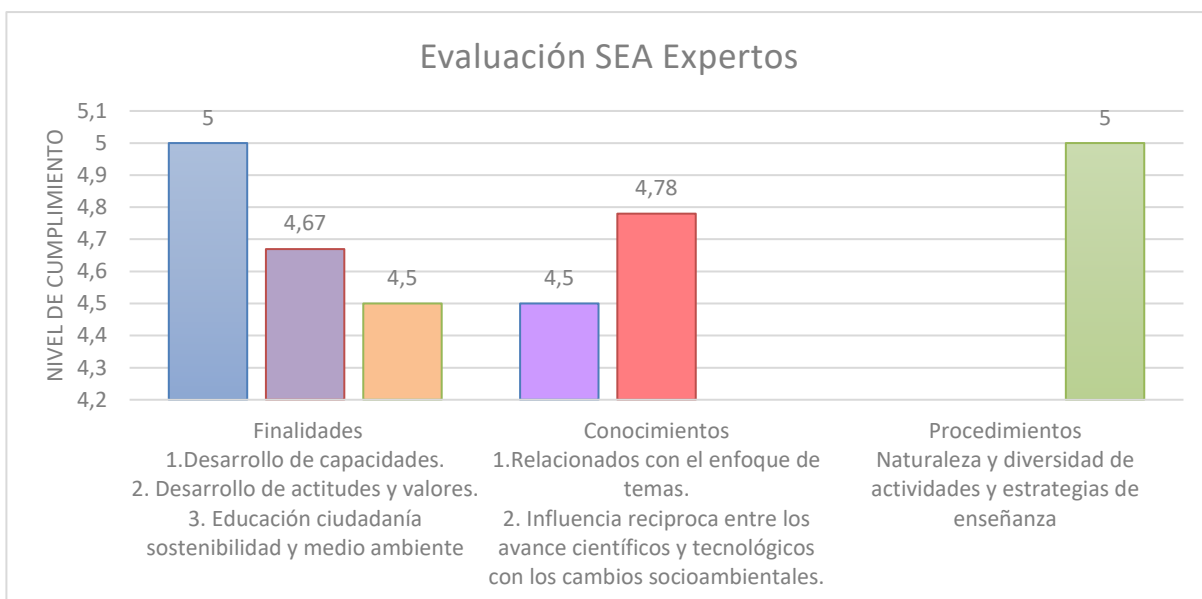
Tabla 8. Perfil profesional de los evaluadores expertos *Elaboración propia.*

	Ev 1	Ev 2	Ev 3
Título de pregrado	Licenciado en Química	Profesor de Química	Ingeniera Industrial-Química
Título de posgrado	Magister en Docencia de la Química	Especialista docente de nivel superior en Enseñanza de las Ciencias Naturales en Nivel Secundario	Sin respuesta
Años de experiencia docente	8 en educación secundaria y media	10 niveles inicial, primario y secundario.	30 nivel medio, terciario y universitario.
Ciudad institución educativa de trabajo	Villavicencio-IE Juan Bautista Caballero Medina	Universidad Nacional del Comahue- Río Negro Patagonia Argentina.	Universidad Nacional del Comahue Provincias de Neuquén y Río Negro- Patagonia-Argentina

Es de resaltar que los evaluadores fueron escogidos de manera intencionada puesto que su perfil profesional permite obtener opiniones globales acerca de la enseñanza de aspectos de la naturaleza de ciencia y la tecnología, pertenecer a dos países con políticas educativas diversas en la enseñanza de las ciencias genera elementos enriquecedores a tener en cuenta durante la implementación de la SEA

La evaluación de la SEA se realizó teniendo en cuenta tres dimensiones conformadas por las finalidades, los conocimientos y los procedimientos mediante los cuales se favorece la enseñanza de aspectos de la NdCyT, en la gráfica 1 se muestran las asignaciones cuantitativas promedio de los parámetros con los cuales se conformaron dichas dimensiones, del mismo modo se señalan las afirmaciones más relevantes realizadas por los evaluadores sobre los indicadores evaluados.

Gráfica 1. Ponderaciones evaluación juicio expertos. Elaboración propia.



La categoría evaluativa denominada finalidades tuvo por objeto dar respuesta a la pregunta ¿por qué enseñar ciencia?⁷ en un contexto CTS o NdCyT desde la evaluación de 3 parámetros correspondientes a la capacidad que ésta presenta para el desarrollo de capacidades, desarrollo de actitudes y valores y la educación, ciudadanía, sostenibilidad y medio ambiente.

En las observaciones emitidas por los evaluadores en el primer parámetro resaltan el alcance de la SEA para *“promover en los estudiante el desarrollo de procedimientos relacionados con la actividad científica como la predicción, establecimiento de modelos, análisis de sistemas construcción de conocimientos científicos y tecnológicos”*(Ev2) Así mismo, el evaluador 3 afirma que *“La progresión de las actividades permite que el estudiante pase de explicar a argumentar en base a conceptos complejos de la ciencia”*. Con respecto al parámetro desarrollo de actitudes se destaca *“el favorecimiento de las posturas critico-reflexivas producto de la construcción de modelos progresivos en los que el estudiante realiza un análisis macroscópico de la problemática socioambiental, en el enlace de estas con el análisis de resultados en el campo disciplina”*(Ev3), sin embargo, el mismo evaluador afirma *“que la promoción de la reflexión y de conductas críticas no asegura el desarrollo de conductas responsables las cuales se desarrollan desde actividades concretas”*. En el parámetro educación, ciudadanía sostenibilidad y

⁷ Pregunta relacionada con los criterios evaluativos de la dimensión hacia los materiales con contenido CTS formulada por las autoras del instrumento de evaluación empleado(Fernandes et al., 2014)

medio ambiente a pesar de obtener una valoración menor en comparación con los parámetros anteriores, sobresale a juicio de los evaluadores la capacidad de la SEA para la procura de *“una buena alfabetización científica, en el reconocimiento de las responsabilidades sociales desde la inclusión de constructos teórico-prácticos para la resolución de problemas”*.

Con base en las afirmaciones relacionadas se evidencia que la SEA procura por el cumplimiento del objetivo planteado por la corriente CTS en el cual se busca el alcance de una alfabetización científica para todos desde la cual se favorezca la toma de decisiones informadas hacia aspectos controversiales que involucran la ciencia, la tecnología y sociedad, además del favorecimiento del pensamiento crítico, el alcance de tal finalidad está dada por los cambios en los modelos explicativos que el material puede alcanzar como resultado de la estructura progresiva de las actividades; de acuerdo con Vázquez, Manassero, & Benassar, (2013) el seguimiento del modelo 7E induce al planteamiento de objetivos progresivos en cada una de las actividades en los cuales se plasma el nivel evolutivo de los estudiantes con respecto a los metaconocimientos que construye sobre las interacciones presentes entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

La incorporación de actividades como los debates o los casos simulados que demandan el uso de habilidades argumentativas y el desarrollo de consensos; permite el desarrollo de posturas críticas desde la reflexión sobre los distintos elementos de la situación problema, el análisis basado en evidencias brinda al estudiante las herramientas necesarias para la construcción de argumentos sobre hechos fácticos desde los cuales son evidentes los cambios en los modelos explicativos y representacionales donde se integran las progresiones hacia actitudes informadas sobre los caracteres de la naturaleza de la ciencia. (Duschl & Grandy, 2012)

Con respecto a la categoría conocimientos, el parámetro con mayor valoración equivalente a 4,7 correspondió con la prioridad que la SEA tiene en la exposición de la influencia de los avances científicos y tecnológicos con los cambios socioambientales, los evaluadores coinciden en afirmar que *“los conocimientos científicos que pretende construir la SEA desde una perspectiva de los impactos sociales favorece el reconocimiento integrado de la ciencia y tecnología, dando lugar a un manejo evidente de las relaciones recíprocas entre estas”* Además de ello manifiestan que el modo en que las actividades están planeadas *“facilita la distinción entre la complementariedad, responsabilidad del saber tecnológico y el saber*

científico desde contextos específicos, como lo es el caso de la industria de curtiembres o el análisis de los mismos elementos desde entornos lejanos” (Ev.3)

En cuanto al parámetro de los conocimientos relacionados con el enfoque de temas éste recibió una ponderación inferior al parámetro anterior, correspondiente a 4,5, allí se buscó evaluar si los contenidos científicos y tecnológicos expuestos en la SEA estaban contextualizados y se relacionaban con los conocimientos previos de los estudiantes, si bien la ponderación evidencia el cumplimiento de la SEA con dicho parámetro los evaluadores manifiestan que *“la especificidad del contexto de las curtiembres, intervendría favoreciendo mayoritariamente en quienes como parte de su vida cotidiana conozcan el proceso del curtido de cuero y las problemáticas asociadas” (Ev3)*, por lo que adquiere relevancia la afirmación realizada por el evaluador dos para quien *“Los saberes previos deberían estar orientados los modelos iniciales de su vida cotidiana para el desarrollo de soluciones a la problemática”*. Sin embargo, se resaltó que *“el enfoque contextualizado en la problemática de las curtiembres permite el desarrollo de competencias científicas y actitudinales” (Ev2)*, así, *“la discusión desde el contexto permite la evolución de modelos conceptuales a unos complejos, de respuestas cerradas a abiertas donde además de la contaminación se evalúan factores externos e internos, tecnológicos, sociológicos y económicos que surgen del curtido como problemática socioambiental (Ev1).*

En términos generales, desde los contenidos presentados en la SEA y los juicios emitidos por los expertos la visión de ciencia que se debe enseñar debe procurar inicialmente por hacer explícito el rol que tanto el conocimiento científico y tecnológico desempeñan en el surgimiento de las distintas influencias que estos ejercen sobre las esferas sociales, para Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, & Acevedo-Romero, (2003) antes de establecer cualquier tipo de influencia debe priorizarse la visión del conocimiento científico y tecnológico de forma no jerarquizada, si no debe promoverse su concepción como aparato tecnocientífico donde tanto el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico poseen igual capacidad para interactuar con la sociedad, el reconocimiento de tal característica favorece el establecimiento de las relaciones bidireccionales entre ciencia y tecnología, el reconocimiento de sus actitudes y valores axiológicos; lo que influye en que el sujeto abandone ideas o concepciones ingenuas acerca de la supra o infra ordinación de la ciencia con respecto a la tecnología en el análisis de aspectos sociales.

Por lo anterior, desde la conceptualización realizada por el modelo 4 mundos, la relación de temas desde enfoques explícitos y contextualizados va a favorecer *“la evolución de modelos conceptuales a unos complejos, de respuestas cerradas a abiertas”* toda vez que se reflexiona paulatinamente sobre: el rol de los conocimientos científicos y tecnológicos desde aspectos económicos y políticos (mundo 3), se relacionen tales conocimientos con las actividades de la comunidad de prácticas, para el caso específico de la problemática de las curtiembres tiene lugar la utilidad de los conocimientos que poseen ingenieros, científicos, incluso artesanos (integrantes del mundo 2), si bien como mencionan Manassero & Vazquez (2019), esos análisis favorecen la construcción de los metaconocimientos sobre la NdCyT, es de vital importancia que la reflexión se desarrolle de manera guiada por el docente de modo que los argumentos elaborados por los estudiantes integren la relevancia de la problemática socioambiental con la influencia o carácter de la NdCyT que está siendo abordado (Khishfe, 2014)

A diferencia de las dimensiones: finalidades y conocimientos, en la dimensión procedimientos como se evidencia en la gráfica 1 se dispuso de un solo parámetro para su evaluación por parte de los expertos. Este parámetro denominado naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza, busca responder a la pregunta *¿cómo enseñar ciencia?* desde el enfoque NdCyT. La valoración de la SEA con respecto al parámetro fue de 5 por parte de los 3 evaluadores, de modo que sobre el tipo de actividades formuladas en la SEA se destaca *“la diversidad de actividades individuales y colectivas en las que se espera que los sujetos reflejen sus potencialidades cognitivas sociales y científicas”* (Ev1), haciendo alusión a la diversidad de actividades el evaluador dos resalta *“dentro del material es evidente la existencia de preguntas que permiten de forma explícita la reflexión sobre las relaciones CTS desde actividades de discusión y argumentación”*, además de lo anterior, resulta significativo para el evaluador 3 *“el material conduce al estudiante a emplear diversidad de fuentes durante su aprendizaje, del mismo modo lo orienta a comprender los distintos modos de comunicar en ciencia a partir de la presentación de datos experimentales, tablas, gráficos etc.”*.

En consecuencia, los elementos metodológicos empleados durante la fase de diseño de la SEA, que se enmarcan dentro del enfoque explícito y reflexivo como los casos simulados, los juegos de roles y los debates, análisis de acontecimientos controversiales o relevantes (noticias) al ser de diversa naturaleza, incitan la participación activa del estudiante toda vez que promueven discusiones sobre el reconocimiento de diversas posturas ante la problemática, sus perspectivas sociales, la resolución de problemas y el análisis sobre los artefactos científicos y

tecnológicos además de ello dinamizan el aprendizaje colectivo por parte de los sujetos (Küçük, 2008), con respecto al mismo tipo de actividades Schwartz et al., (2004) las caracterizan como actividades de tipo metacognitivo por cuanto le permiten al estudiante realizar un análisis en perspectiva sobre la construcción de sus propios conceptos, la utilidad y pertinencia de los materiales en los procesos de aprendizaje

La evaluación de cada una de las dimensiones permitió evidenciar la coherencia de las actividades que estructuran la SEA desde el análisis de los elementos teóricos y metodológicos integrados durante el diseño de estas, su correlación con los juicios emitidos por los evaluadores señala la capacidad de la SEA para la progresión actitudinal, la identificación de las diferentes influencias entre la ciencia, la tecnología y sociedad así como el desarrollo de metaconocimientos.

8.3 PILOTAJE DE LA SEA

Las evaluaciones emitidas por los expertos fueron tenidas en cuenta al momento de realizar el pilotaje de la SEA de modo que las actividades calificadas como significativas para el proceso de promoción actitudinal fueron seleccionadas para su aplicación de forma sincrónica y asincrónica, cada uno de los instrumentos que componen la secuencia fueron adaptados para ser abordados desde las plataformas virtuales OneNote y Teams.

Durante el pilotaje se aplicaron cuatro actividades comprendidas dentro del ciclo de aprendizaje 7E, específicamente las actividades que integran las fases elicitar, explicar y explorar (véase descripción específica en la tabla 6)

La evaluación de los desempeños alcanzados durante el desarrollo de pilotaje de la secuencia se estableció a partir de las intervenciones de los estudiantes en cada actividad, estas fueron analizadas mediante el empleo de las categorías de análisis formuladas, las cuales tienen su soporte en las cuestiones COCTS y una influencia específica de las interacciones de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad. La tabla 9 corresponde a la rúbrica de evaluación propuesta donde se describe los elementos correspondientes a los desempeños alto, medio y bajo, los descriptores resaltados en negrita son claves para el reconocimiento del nivel alcanzados

Tabla 9. Rubrica de evaluación de los desempeños actitudinales alcanzados en la SEA. Elaboración propia

Categoría	Niveles de Desempeño		
	Alto	Medio	Bajo
Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico.	Las afirmaciones del estudiante señalan la responsabilidad compartida entre quienes trabajan en ciencia- tecnología (entidades ambientales, centros de investigación) y la sociedad (trabajadores de curtiembres, dueños y habitantes del sector); en cuanto a los problemas de contaminación. Quienes hacen CyT son responsables de reconocer e informar los efectos de procesos industriales y metodologías para la mitigación de la contaminación, por su parte la sociedad es responsable del uso de los artefactos científicos y tecnológicos.	Las afirmaciones del estudiante orientan la responsabilidad social a quienes producen conocimiento científico y tecnológico (entidades ambientales, centros de investigación) puesto que esto favorece el control de sus acciones siempre y cuando los efectos sean de interés para el propio campo. La sociedad (trabajadores de curtiembres, dueños y habitantes del sector) puede estar interesada en los productos científicos, sin embargo no puede compartir responsabilidad sobre el quehacer científico debido a que los temas científicos pueden resultar complejos.	En las reflexiones el estudiante afirma que los científicos (entidades ambientales, centros de investigación) en su quehacer no son responsables socialmente dado que no se ocupan de los efectos de sus productos o no se les puede atribuir responsabilidad alguna por que se aseguran de que estos sean 100% confiables. Adicionalmente no pueden ser responsables sobre el grado de información de la sociedad en los efectos de sus hallazgos y dispositivos dado que no cuentan con los conocimientos necesarios para entenderlo
Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología.	La opinión del estudiante ante la resolución de problemas desde la perspectiva de los productos de ciencia y tecnología identifica la influencia de la CyT, por cuanto permiten simultáneamente la solución de algunos problemas sociales como el desempleo y ambientales como la contaminación evidente en las curtiembres. En la opinión el estudiante manifiesta que en la solución de los problemas está involucrada la sociedad en el trabajo colectivo a partir de la preocupación por el uso de los recursos de la ciencia y la tecnología.	El estudiante opina que el empleo de artefactos de la ciencia y la tecnología permite con su uso consciente a la resolución de algunos problemas asociados a la actividad del curtido de pieles, la opinión puede ser ambivalente en cuanto afirma que la ciencia y la tecnología independiente del problema pueden solucionarlo empeorarlo o, encuentra limitaciones en la solución de problemas	Las opiniones del estudiante están orientadas a afirmar que: la ciencia por el tipo de conocimiento sobre el cual se estructura , el cual presenta poca asociación con la actividad artesanal de las curtiembres no tiene injerencia en la solución de problemas sociales , el avance de la ciencia o tecnificación de los procesos de curtido empeora los problemas sociales y ocasiona problemas insolubles de contaminación
Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico	Las afirmaciones y reflexiones de los estudiantes son explícitas en cuanto al reconocimiento de la influencia de la ciencia y la tecnología en el cambio de los pensamientos e incluso estilos de vida o trabajo , cuando de manera consciente se articulan elementos científicos y tecnológicos a la producción de pieles curtidas	El estudiante expresa en sus afirmaciones que el uso de nuevos artefactos y técnicas se relaciona con la ampliación o no del pensamiento de quienes hacen uso de ellos (científicos, trabajadores de curtiembres, dueños de curtiembres y operadores ambientales), por la influencia que tienen en la cotidianidad propia de cada individuo.	En las opiniones del estudiante es suficiente el conocimiento de vocabulario de ciencia para la comprensión de fenómenos y problemas derivados del curtido de pieles , en los cuales la ciencia y la tecnología desempeñan roles por parte de los ciudadanos del común como operarios de curtiembres, habitantes del sector dueños de curtiembres.

A continuación se presentan los desempeños y las progresiones logradas en las tres categorías evaluativas.

8.3.1 Responsabilidad del quehacer científico y tecnológico.

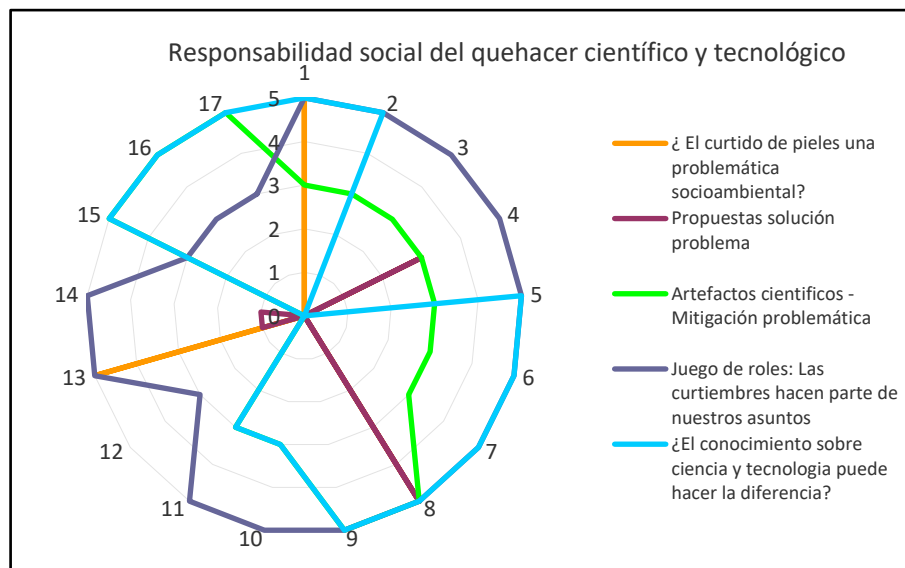
La categoría tiene como objetivo evidenciar el impacto de la SEA con respecto a las actitudes y metaconocimientos desarrollados por los estudiantes al reconocer efectos de la acción científica y tecnológica, de su divulgación como una responsabilidad compartida por la ciencia, la tecnología y la sociedad en los problemas de contaminación.

Las actividades seleccionadas para evidenciar la progresión actitudinal en la categoría fueron las denominadas: ¿el curtido de pieles una problemática socioambiental? planteada en la fase elicitar (actividad 1), la actividad denominada “artefactos científicos-mitigación de la problemática” propuesta en la fase explicar (actividad 3) y finalmente el caso simulado-juego de roles “las curtiembres hacen parte de nuestro asuntos” desarrollado en la fase explorar (actividad 5).

Los desempeños alcanzados se evidencian en la gráfica 2, allí a medida que se desarrollan las actividades aumenta el número de estudiantes que alcanzan niveles de desempeño altos.

En la actividad inicial denominada el ¿curtido de pieles una problemática socioambiental? se encontró el alcance de desempeños altos por dos estudiantes, los demás estudiantes no se ubican ni siquiera en niveles bajos; conforme sea aborda la actividad 3 hay un aumento en el número de estudiantes que alcanzan desempeños altos siendo estos 5, por su parte el alcance de desempeños medios por 11 estudiantes constituye las progresiones significativas durante del desarrollo de la actividad. Así en la actividad juego de roles 13 estudiantes alcanzan desempeño altos, es importante mencionar que durante el desarrollo de la actividad 3 no solo se evidencian progresiones actitudinales, en algunos casos se evidencia la disminución de los niveles altos ya alcanzados en las actividades anteriores situándose en desempeños medios.

Gráfica 2. Desempeños alcanzados categoría responsabilidad del quehacer científico y tecnológico pilotaje SEA.



Los resultados encontrados se relacionan directamente con el tipo de actividad realizada y con su orientación, en la primera actividad se indaga de manera general e implícita por la responsabilidad de la problemática, en la actividad tres se formula una pregunta específica con respecto a ¿cuáles son los actores que se desenvuelven en la problemática de las curtiembres? y desde su rol ¿cuál es la responsabilidad que adquieren con la situación?, en el caso simulado además de hacer preguntas específicas, el docente en su rol de mediador guía las reflexiones de los estudiantes sobre los asuntos mencionados durante el desarrollo de la discusión por sus compañeros de modo que los elementos explícitos y reflexivos son evidentes para los estudiantes

Las intervenciones recopiladas en la tabla 10, evidencian la integración de nuevos elementos por parte de los estudiantes a los argumentos y opiniones emitidos durante las actividades, estos permiten interpretar el alcance de desempeños altos y medios los cuales se relacionan con las visiones de tipo adecuado y plausible toda vez que se identifica la responsabilidad tanto de quienes tienen cercanía con los conocimientos científicos y tecnológicos (universidades, entes de control, artesanos de las curtiembres) como de la sociedad en general.

Tabla 10. Intervenciones en la progresión actitudinal categoría responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico. Elaboración propia⁸

Estudiante	Intervenciones		
	Actividad 1	Actividad 3	Actividad 5
1	“Es necesario que la ética y la responsabilidad social sean implementadas como estrategias para generar una conciencia ambiental (...) Es importante adquirir un compromiso social en cuanto al impacto que puedan ocasionar por este tipo de actividades tanto las empresas a cargo como la comunidad ”	“Entes gubernamentales como la secretaria de ambiente tiene la responsabilidad de realizar sellamientos comunicar normas y estar pendientes de que se cumplan , los dueños de las curtiembres más que intentar cumplir las normas deberían integrar a sus equipos un departamento ambiental.	Desde el rol de habitante del sector: “ante la contaminación pienso como habitante que se deben generar estrategias ambientales para prevenir y mitigar los impactos, podríamos generar y llegar a un acuerdo entre todos los que nos involucramos en la problemática, a unas prácticas de manejo, mejor control en los procesos, sustitución de materias primas y de estrategias de mitigación (...), mantener una comunicación con las autoridades ambientales y las universidades acerca de las mejoras o reconocimiento de los impactos que estamos generando y así no perjudicar el desarrollo de la actividad del mismo modo generar menos problemas r además de mitigar el impacto ambiental
17	“Las normativas ambientales sobre el tratamiento de residuos y vertimientos de agua propiciaron una búsqueda urgente sobre nuevas alternativas para el vertimiento de residuos (...) han sido una de las problemáticas más notorias para la contaminación medio ambiente”	“Entidades como la unidad de protección ambiental y ecológica de Bogotá, el acueducto de Bogotá y las mismas empresas que llevan a cabo los procesos de las curtiembres, tienen la responsabilidad de permitir y garantizar las investigaciones	“ La problemática es responsabilidad de la comunidad, los entes de saneamiento público y por supuesto a los líderes artesanales, (...) de manera conjunta en la toma de decisiones (...) desde nuestros conocimientos como científicos capacitar a la comunidad en aspectos básicos de la ciencia como el reconocimiento de los peligros y estrategias de mitigación como la 45

Para efectos de análisis, a continuación se describe el proceso la información recolectada para la categoría referenciada, para el estudiante 1 en la afirmación realizada en la actividad uno, en el establecimiento de responsabilidades, reconoce que las entidades a cargo y la comunidad deben adquirir un compromiso en cuanto al impacto que genera la actividad de las curtiembres, sin embargo no existe una argumentación sobre la interrelación que se crea a partir del establecimiento de la responsabilidad, al ser esta una actividad de elicitación de las actitudes se esperaba

⁸ Los colores que bordean la tabla permiten identificar el desempeño alcanzado, los bordes amarillos corresponden a desempeños altos, los bordes morados desempeños medios y color azul desempeño bajo

que el estudiante no estableciera conexiones de este aspecto social de la NdCyT por el carácter implícito con el cual fue presentada, el carácter explícito pero no reflexivo de la actividad 3 induce al estudiante en primera medida a soportar su afirmación en evidencias, en este caso el estudiante solo identifica la responsabilidad social de la acción de la secretaría de ambiente (actor cercano al conocimiento científico y tecnológico) en el desarrollo de sanciones o cierres de establecimientos de curtido de pieles. El supeditar la responsabilidad a los intereses de la entidad es debido a la panorámica de la problemática brindada por los videos empleados para el establecimiento del contexto en la actividad, la extracción de estas evidencias permite crear argumentos sólidos por parte del estudiante, la inclusión de nuevas evidencias durante el análisis de los caracteres de naturaleza de la ciencia permite al individuo generar mejores explicaciones (Küçük, 2008), sin embargo la nueva explicación incide en el establecimiento bidireccional de la relación ciencia-sociedad expresada en la actividad inicial.

En el desarrollo de la actividad juego de roles-caso simulado el alcance del nivel alto se sustenta en el uso de descriptores alusivos al establecimiento de acuerdos por parte todos los que se involucran en la problemática (referencia que agrupa a quienes se relacionan directamente con el conocimiento científico y a la sociedad en general), además de la importancia de mantener experiencias dialógicas entre la ciencia y la sociedad para la reflexión constante sobre el uso adecuado de los artefactos científicos y tecnológicos.

La reintegración de la sociedad al modelo explicativo argumentado por el estudiante y el reconocimiento de la responsabilidad en el uso adecuado de los artefactos da razón de la identificación de la influencia mutua entre el sistema ciencia y tecnología con la sociedad (Vazquez Alonso & Manaserro Mas, 2015); la inclusión en los discursos emitidos por los estudiantes de conceptos químicos como la biorremediación el cual está relacionado con el proceso de adsorción como artefacto de CyT, favorece el reconocimiento de estrategias de mitigación que podrían ser empleadas para el minimizar el impacto con respecto a la contaminación en la esfera ambiental.

El estudiante al identificar los elementos generales del proceso de adsorción, el evalúa y emplea lo aprendido como evidencia significativa para soportar sus argumentos demostrando así una postura crítica fundamentada tanto en el contexto de la problemática socioambiental desde la reintegración de la sociedad a sus argumentos, como en los conocimientos científicos adquiridos en la formulación de diversas soluciones a la problemática, de acuerdo con Rodríguez, Casas, &

Martínez (2020) el desarrollo de conceptos químicos conceptualizados desde situaciones reales de interés para el estudiante favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico como el análisis, la interpretación e inferencia de los fenómenos químicos; en relación con las interacciones CTS sobre las cuales media la categoría, estas acciones cognitivas se deben principalmente a la capacidad de los casos simulados como actividad práctica desde la cual es posible dirigir explícitamente al estudiante al desarrollo de consensos, evaluación de evidencias y posturas por parte de sus pares para la toma de decisiones informadas en el análisis de problemáticas socioambientales (Karisan & Zeidler, 2016).

La categoría propendió por el reconocimiento de la influencia mutua entre ciencia, tecnología y sociedad, tal como se evidencio en el transcurso de la aplicación, el carácter explícito de las actividades, la reflexión guiada y el trabajo entre pares fueron elementos metodológicos preeminentes en el reconocimiento de las responsabilidades de los diversos actores en la problemática, así mismo este reconocimiento conllevó a la comprensión de que no necesariamente el planteamiento de una alternativa de solución a determinado problema va a asegurar su resolución, más sin embargo, es posible generar conciencia en torno a la mitigación de los impactos en diferentes esferas económicas sociales y ambientales.

8.3.2 Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología.

La evaluación de los desempeños en esta categoría estuvo orientada al reconocimiento de la influencia simultánea entre las interacciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad en la resolución de problemas tanto sociales como ambientales, desde el análisis de la incidencia del desarrollo y acceso a los productos científicos y tecnológicos en la ejecución de la actividad de las curtiembres.

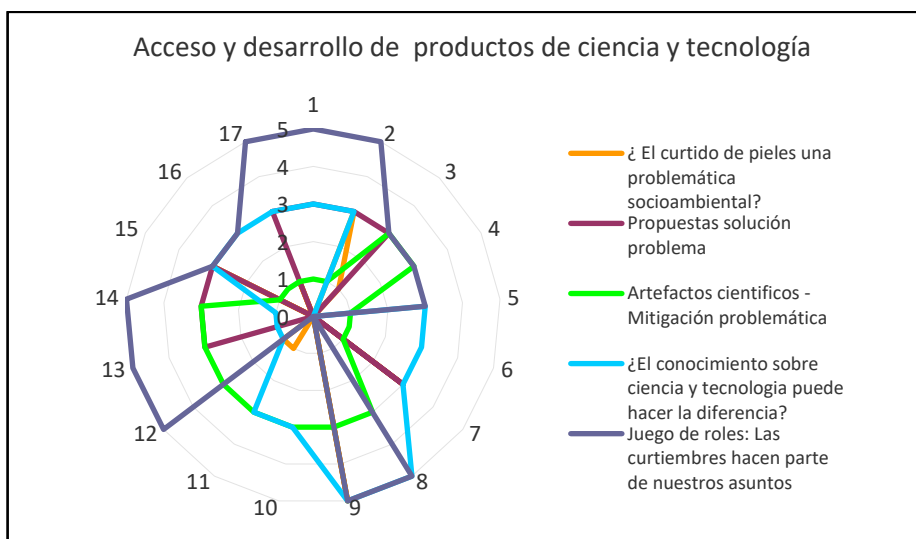
Los resultados analizados en la categoría provienen de los desempeños alcanzados en las actividades denominadas “propuestas solución problema” (actividad 2), “artefactos científicos y tecnológicos-Mitigación de la problemática” (actividad 3) y el juego de roles “Las curtiembres hacen parte de nuestros asuntos” (actividad 5)

La actividad dos desarrollada durante la fase elicitar permitió el alcance solamente de niveles medios por parte de 8 estudiantes, la progresión en los desempeños durante la actividad 3 se refleja en el alcance de niveles bajos por la población que durante la segunda actividad no integró elementos propios de la categoría a sus

discusiones (8 estudiantes), por lo demás se mantuvieron los niveles medios; también es notable la disminución en el nivel de desempeño alcanzado por parte de un estudiante quien se ubica en un nivel bajo luego de haber obtenido niveles medios en sus afirmaciones durante actividades previas.

En el desarrollo del caso simulado se logran desempeños altos por parte de 8 estudiantes ubicados tanto en niveles medios y bajos en las actividades anteriores, otros cambios encontrados obedecen al mantenimiento de 9 estudiantes en los niveles medios ya alcanzados.

Gráfica 3. Desempeños alcanzados categoría acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología pilotaje SEA. Elaboración propia



Las variaciones en los desempeños se muestran en la gráfica 3, el favorecimiento hacia el alcance de niveles altos en la categoría es inferior con respecto a las demás categorías evaluadas, por lo que la ubicación en niveles medios y el mantenimiento del carácter de las afirmaciones en los mismos es evidente, estas se caracterizan por la ambivalencia que genera el acceso y desarrollo de los productos de ciencia y tecnología en la solución o en el surgimiento de problemas de tipo ambiental como la contaminación.

En consecuencia, las afirmaciones expresadas por los estudiantes 15 y 3 descritas en la tabla 11 permiten identificar los elementos que favorecen la progresión en el nivel alcanzado, asimismo en el análisis de los descriptores es posible establecer los cambios que sufre la argumentación del estudiante toda vez que la inclusión de

las evidencias desmejora el nivel alcanzado en el desarrollo de una actividad intermedia como ocurre en el caso puntual del estudiante 3.

Tabla 11. Intervenciones en la progresión actitudinal categoría acceso y desarrollo a los productos de ciencia y tecnología. Elaboración propia

Estudiante	Intervenciones		
	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 5
15	<p>Tratar de crear un producto con las características fisicoquímicas del cuero (..) a partir de procesos industriales que emitan menos cantidad de contaminantes (...) que ayuden a mitigar el impacto ambiental que genera las curtiembres actuales.</p> <p>Poner en marcha proyectos ambientales para biorremediar la contaminación que presenta las fuentes hídricas (...)</p>	<p>“La creación de este tipo de entidades industriales, como se ha dicho anteriormente trae beneficios para el hombre, satisfaciendo sus necesidades (...) trae ciertas consecuencias negativas (..). La ciencia y la tecnología en cierta forma se presta para generar ideas que en conjunto reduzcan el impacto negativo que generar estos actos, pero así mismo se presta para incrementar el impacto negativo cuando se da un mal uso de estos”.</p>	<p>Desde el rol como como trabajador de curtiembre considero debemos adoptar soluciones donde a partir de la adopción de metodologías que generen menos contaminación se pueda minimizar el impacto tanto para los habitantes como para nosotros como trabajadores y nuestras familias, ya que gracias a que esta actividad llego al sector nosotros pudimos emplearnos mejorando nuestras condiciones de vida</p> <p>Con respecto a las metodologías puede pensarse en reemplazar algunas maquinarias o conseguir reactivos menos contaminantes</p>
3	<p>La tecnología puede aportar en la rápida recuperación del lugar afectado. Además de ello sería pertinente construir más PTAR (..) para evitar la contaminación a los afluentes que bordean la zona, debería crearse una hidroeléctrica con las aguas irrecuperables</p>	<p>En la recuperación de aguas, es posible solventar los niveles de contaminación gracias a las plantas de tratamientos, sin embargo, no todas las curtiembres cuentan con estas adecuaciones. Por otro lado, la contaminación del aire que provoca olores fuertes y en ocasiones perjudiciales para la salud, son factores que ni la ciencia ni la tecnología logran minimizar provocando el daño del ecosistema desde el aspecto del aire</p>	<p>Desde el rol como propietario de curtiembres: puedo decir que desde mi curtiembre que es mucho más grande por la incorporación de nuevas maquinarias puedo colaborar económicamente o ayudar a los demás a reconocer la nueva tecnología en términos de plantas de tratamiento o automatización de los procesos lo cual es crucial para que entre todos generemos un menor impacto, minimizando los vertimientos, es importante no pensar que el hecho de tecnificar la industria va a traer consigo problemas del desempleo, por el contrario vamos a necesitar quienes operen estas máquinas.</p>

Las afirmaciones en los dos casos citados para la actividad dos señalan la capacidad del conocimiento tecnológico en el diseño de productos menos contaminantes favoreciendo así la mitigación de los efectos que pueden producirse, de otro modo si se trata de reducir la contaminación causada se resalta el papel de

los artefactos tecnológicos desde la implementación de plantas de tratamiento; las intervenciones de acuerdo con Herrera, (2009) en la mención sobre artefactos, incluyen el diseño y la compilación de los conocimientos científicos como tecnológicos para su desarrollo de modo que pensar en estos para la solución de problemas implica la elaboración del estudiante un nuevo conocimiento tecnocientífico, donde sea explícita la complementariedad entre ciencia y tecnología, en el caso particular se observa en las intervenciones la alusión a procesos de biorremediación o fitorremediación, estos se incluyen luego del desarrollo de una clase magistral donde fueron introducidos conceptos relacionados con el proceso de adsorción como metodología para la descontaminación

La mención de Herrera en cuanto a la formación de un nuevo conocimiento científico es explícita en el mantenimiento del nivel de desempeño en la afirmación del estudiante 15, si bien este nombra individualmente la ciencia y la tecnología para generar ideas, el consenso que provenga de ellas va a permitir la mitigación de la problemática. Sin embargo, las afirmaciones reflejan la presencia de ideas plausibles en el estudiante, la visión de los productos tecnológicos como causales del problema debido al uso dado por los individuos se debe a la construcción de los metaconocimientos en los que relaciona, el conocimiento científico y tecnológico (mundo 1) los desarrollos realizados por la comunidad de prácticas (mundo 2) y las acciones sociales que desarrollan los individuos sobre estos desde sus vidas cotidianas (mundo 3) (Manassero & Vazquez, 2019).

En la tabla 11 se presenta la particularidad en la disminución del nivel de desempeño solamente por parte del estudiante 3, donde explícitamente manifiesta la implicación social de la problemática en términos de salud, la cual no puede ser suplida por la ciencia ni la tecnología, la elaboración del contrargumento se debe como primera medida a la toma de las evidencias más resaltadas en la contextualización dada por medio de noticias y videos, donde los efectos de la problemática se enfocan en los impactos sociales, en tal sentido la afinidad del estudiante ante la evidencia infiere de manera tal que al realizar el proceso de reflexión no guiada resulta poco significativa la evaluación de las interacciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad en los artefactos científicos y tecnológicos durante el desarrollo de la actividad evaluativa desarrollada de forma asincrónica en la plataforma OneNote,

Lo anterior se correlaciona con la conclusión obtenida en la investigación realizada por Dawson & Denville, citados en Khishfe (2014) para quienes sobre los cambios actitudinales de este tipo manifiestan la importancia del rol docente en la

coordinación de las discusiones que llevan a la construcción de conclusiones finales sobre aspectos de la naturaleza de ciencia, debido a la diversidad de interacciones e interpretaciones posibles que los estudiantes pueden realizar sobre los contextos dados, el acompañamiento constante y la modulación de la participación activa por parte del docente en el aula hace que los andamiajes conceptuales de los estudiantes se desarrolle con mayor seguridad hacia aspectos informados.

Los desempeños altos alcanzados en la actividad caso simulado en primera medida se relacionan con la capacidad del acceso y desarrollo de los artefactos científicos y tecnológicos no solo para la propuesta de solución a las problemáticas de la contaminación, de modo que las afirmaciones de los estudiantes hacen énfasis en la capacidad de estos para solucionar problemas como el desempleo y la mejora en la calidad toda vez que se tecnifica la actividad de las curtiembres; la inclusión de aspectos netamente sociales en la afirmación se alude a la planeación del análisis del caso simulado y a la necesaria reflexión por parte de los estudiantes en el cumplimiento de su rol, la discusión en torno a los intereses de cada uno de los actores a pesar de ser ficticia favoreció las habilidades críticas del estudiante en el reconocimiento de la relevancia del entorno social, económico sobre el cual se fundamenta y relaciona el conocimiento tecnocientífico (Vázquez & Manassero, 1997)

El análisis general de la situación problema desde la categoría refleja la apropiación total de la misma por parte de los estudiantes, los indicios en la identificación del conocimiento tecnocientífico integrado por las diferentes metodologías tanto físicas que permiten la remoción de los contaminantes, la comprensión de los procesos químicos que se llevan a cabo dentro de las plantas de tratamiento de agua, además la inclusión de procesos fisicoquímicos como la biorremediación o la producción de materiales con características químicas y físicas similares al cuero, permite el análisis de este conocimiento tecnocientífico desde aspectos económicos y sociológicos no contemplados explícitamente en la planeación de la actividad; con esto se evidencia la realización de un análisis metacognitivo por parte los estudiantes, donde se abarca la comprensión de la complejidad, el carácter controversial y multifacético del sistema ciencia, tecnología y sociedad (Manassero–Mas & Vazquez-Alonso, 2019). En el mismo sentido el logro de actividades de aprendizaje de orden superior se ve influenciada por lo motivante y familiar que resulta el contexto brindado para los sujetos; allí además, del alcance de desempeños altos relacionados con la promoción actitudinal como ya se mencionó, se promovieron significativamente habilidades de pensamiento crítico al argumentar sobre aspectos de la actividad científica en los cuales deben tomarse decisiones

haciendo que problemas que parecen ser ajenos a los sujetos sean tangibles (Allchin, Andersen, & Nielsen, 2014).

8.3.3. Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico.

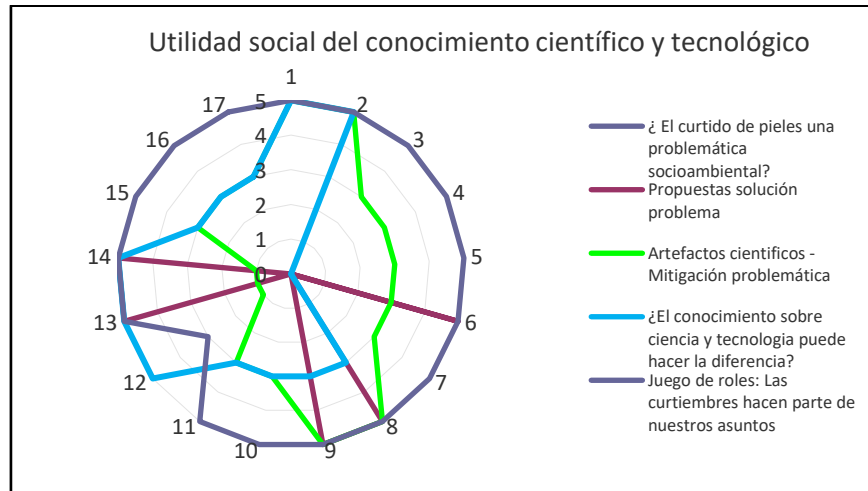
El objetivo de la categoría consistió en la promoción de desempeños altos relacionados con el alcance de actitudes adecuadas en el reconocimiento de la influencia de los conocimientos sobre ciencia, tecnología en la sociedad, desde su análisis respecto a su utilidad, los efectos de sobre los desempeños laborales y estilos de vida, toda vez que el uso consciente y la comprensión de los elementos de la ciencia y la tecnología permiten el entendimiento de problemáticas socioambientales y el planteamiento de alternativas de mitigación.

Las actividades denominadas propuestas a la solución problema (actividad 2), “¿El conocimiento sobre ciencia y tecnología puede hacer la diferencia?” (actividad 4) y el juego de roles-caso simulado, “las curtiembres hacen parte de nuestros asuntos” fueron seleccionadas para analizar los desempeños alcanzados por los estudiantes para la presente categoría.

En la actividad dos, cinco estudiantes alcanzan un desempeño alto en el desarrollo de procesos formativos como parte de la solución problema, la población restante en las soluciones planteadas no hace referencia al tema, por su parte en la actividad denominada “¿el conocimiento sobre ciencia y tecnología puede hacer la diferencia?” es evidente la progresión actitudinal en siete de los estudiantes quienes al integrar por primera vez elementos sobre la utilidad del conocimiento científico y tecnológico desde el reconocimiento de la pertinencia del proceso de adsorción para la mitigación de la contaminación, se alcanzan desempeños medios.

El desarrollo de caso simulado permitió el alcance significativo de desempeños altos por parte de 16 estudiantes, solamente un estudiante no experimenta dicha promoción manteniéndose en un nivel medio.

Gráfica 4. Desempeños alcanzados categoría utilidad social del conocimiento científico, pilotaje SEA. Elaboración propia



Las progresiones se muestran de forma explícita a en la gráfica 4, el cubrimiento total del círculo externo soporta el alcance de los desempeños altos en la última actividad en el caso simulado el cual como resultado principal a la problemática expuesta, los estudiantes en el ejercicio de sus roles identifican como primera medida para la mitigación de la problemática socioambiental el desarrollo de capacitaciones, el soporte de los resultados se presentan en las intervenciones realizadas por los estudiantes 16 y 11 con respecto a los metaconocimientos e influencias que se abordan en la categoría y se compilan en la tabla 12.

Tabla 12. Intervenciones en la progresión actitudinal categoría utilidad social de conocimiento científico y tecnológico. Elaboración propia

Estudiante	Intervenciones		
	Actividad 2	Actividad 4	Actividad 5
16	<p>Capacitar a la comunidad en degradación de residuos orgánicos mediante la fitorremediación incentivando la creación de cultivos de material vegetal y de esta manera generar una alternativa de solución a la problemática de contaminación atmosférica y así mismo capacitar a la comunidad en cuanto a la diferencia del material orgánico y el manejo que debe darse al material inorgánico, el conocimiento de esto va permitir que nuestras dinámicas cotidianas cambien y nos fijemos en la solución más que en el problema</p>	<p>“(…) La capacitación ambiental, la educación con respecto a la trascendencia que poseen las actividades económicas, y la adaptabilidad de estas para la generación de alternativas que fomenten la creación de estrategias de producción y crecimiento económico fundamentadas en la sostenibilidad y la sustentabilidad ambiental</p>	<p>Desde el rol como habitante del sector: es que hay que ir más allá de los olores que crearon esta problemática para nosotros los habitantes, si las autoridades, los que trabajan en las curtiembres se unen y nos capacitan y alfabetizan a todos en el reconocimiento de la actividad, lo bueno de que se hagan cambios en las maquinarias y reconozcamos de forma grupal la incidencia del proceso productivo podemos tomar medidas para minimizar el impacto, mitigar desde la biorremediación o fitorremediación y la exposición ante la contaminación,(…) si no reconocemos esto pues los compromisos que se hagan y las soluciones quedan simplemente como ideas sin fundamento.</p>
11	<p>En la actualidad no debemos ser ajenos a los problemas que enfrenta la sociedad independientemente de si estos nos afectan de forma directa, pues desde el momento de la formación de todos los implicados y no implicados se debe implementar la construcción de un pensamiento crítico científico, donde se tenga el criterio necesario para optar por las mejores soluciones, es por esto que se debe concientizar en estos tipos de problemáticas para afrontar las situaciones y posibles soluciones</p>	<p>Si se tiene una alfabetización científica y tecnológica, los habitantes y en quienes recae la responsabilidad en cuanto a los procesos de descontaminación estos conocimientos le van a permitir claramente a la sociedad construir propuestas para la descontaminación, como la construcción de obras del sistema de recolección y evacuación de aguas domésticas, o incluso la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales</p>	<p>Desde su rol como dueño de curtiembre: el conocimiento que nosotros tenemos es de tipo industrial (…) pero nunca desde el trabajo de mi familia hemos tenido un conocimiento científico establecido, así que no reconocemos las la forma de interactuar de los materiales lo cual nos limita siempre a usar lo mismo y a tratar de mitigar la contaminación solo con rejas y trampas, yo en mi curtiembre estoy dispuesto a que nos capacitemos e integremos todos los conocimientos de maquinarias y procesos (…) y podamos tomar decisiones con fundamentos mas fuertes.</p>

Durante el desarrollo de la actividad propuesta a la solución problema, se evidenció que 5 estudiantes inician sus procesos reflexivos frente a la utilidad social del conocimiento científico con desempeños altos, los estudiantes 16 y 11 se ubican

este nivel por cuanto en sus afirmaciones relacionan la integración de conocimientos científicos y tecnológicos relacionados con los procesos de fitorremediación, hacen alusión al tipo de adsorbentes específicos para la remoción de cromo hexavalente, la periodicidad que deberían llevar los procesos y las disposiciones de los residuos generados así como la clasificación de residuos orgánicos e inorgánicos para la formulación de mejores alternativas de mitigación, de acuerdo con la rúbrica evaluativa reconocimientos de este tipo se relaciona con la articulación consciente de los conocimientos científicos a la actividad artesanal.

El estudiante 11 por su parte más allá de reconocer la importancia de integrar los conocimientos de ciencia y tecnología para su utilidad en el planteamiento de soluciones, cita la urgencia de la construcción de un pensamiento crítico sobre estos conocimientos con el cual se favorezca la toma de decisiones, de acuerdo con Khishfe, (2014) este tipo de argumentos al integrar aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología con la toma de decisiones desde el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico es significativa en el proceso de construcción de puentes cognitivos entre la argumentación y la comprensión de la NdCyT, es importante mencionar que la construcción del pensamiento crítico sugerida por el estudiante se promueve por el ambiente de aprendizaje dado, es decir, el uso de la problemática socioambiental como cuestión socio científica y la relación de ciencia, la tecnología y la sociedad .le demanda un análisis complejo del problema donde aborda aspectos económicos, políticos que trascienden de los problemas ambientales (Solbes, 2019)

Las afirmaciones realizadas en la actividad permiten la construcción de argumentos en los cuales se integra de forma significativa aspectos puntuales sobre el conocimiento de aspectos de la NdCyT como la adquisición de conocimientos sobre el alcance de la ciencia para la resolución de algunos problemas, los cuales están permeados por el grado de información que los individuos poseen sobre su uso, riesgo asociado y ventajas para la mejora de la calidad de vida los cuales se relacionan con los diversos efectos de la problemática de las curtiembres en los entornos ambientales y sociales. Tal es el caso del estudiante 11 quien al afirmar que la adquisición de una alfabetización científica y tecnológica va a permitir la construcción de propuestas de descontaminación, al establecer que el impacto en la utilidad el conocimiento científico sobre los aspectos relacionados con el proceso de adsorción como metodología de mitigación de la contaminación va reflejarse solo en las actividades de curtido y en quienes las desarrollan, está transportando los metaconocimientos realizados acerca del carácter complejo del conocimiento científico y tecnológico y su utilidad como una alternativa de mitigación a la

problemática. a diferencia de esto, el estudiante 16 se mantiene en el nivel de desempeño alto, de su argumento es destacable la extrapolación de las interacciones NdCyT a dominios complejos como la sostenibilidad, sustentabilidad y desarrollos económicos los cuales surgen del en curso de discusiones donde los procesos dialógicos entre los implicados en la problemática requiere de la evaluación de las perspectivas personales sociales y globales de cada uno de los individuos (Lee et al., 2013), estos procesos dialógicos están fuertemente influenciados por las discusiones llevadas a cabo tanto en el desarrollo de la actividad caso simulado como en demás actividades donde de forma explícita se expusieron las ventajas del proceso de adsorción con materiales carbonosos, de allí el estudiante resalta la versatilidad de la metodología de adsorción para la remoción de Cr(VI) como una alternativa de mitigación de menor costo pero de mayor beneficio. .

La identificación paulatina de la influencia del conocimiento científico sobre la sociedad hace que en el caso simulado la totalidad de las afirmaciones y consensos realizados por los estudiantes a partir de las discusiones en grupos de trabajo permitan el alcance de desempeños altos (Lederman & Abd-El-Khalick, 2002), de modo que este resultado concuerda con la apreciación de uno de los evaluadores de la SEA donde se destacaba positivamente la exposición explícita del carácter social del conocimiento científico con el que estaban planeadas cada una de las actividades.

En el pilotaje, la integración de elementos metodológicos como las reflexiones guiadas, la elaboración de concesos desde el trabajo grupal, el uso de casos simulados y la contextualización periódica y la evaluación de los caracteres y valores de la ciencia favoreció al grupo de estudiantes en la identificación de la importancia de una alfabetización científica y tecnológica sobre los procesos tecnocientíficos que ocurren dentro la industria del curtido de pieles, el reconocimiento de la responsabilidad mutua que tanto los productores de conocimiento científico y la sociedad en general comparten sobre los impactos de sociales y ambientales que se derivan de la problemática, así como los aspectos tentativos y cambiantes que adoptan los conocimientos científicos y tecnológicos cuando son analizados desde disciplinas sociales como la economía. (Küçük, 2008)

8.4 PROGRESIÓN ACTITUDINAL

Los cambios en las actitudes de los estudiantes son un elemento que permiten validar el efecto de la SEA en la promoción de las visiones informadas hacia

aspectos sociológicos externos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, como lo son las relaciones triádicas entre la C-T-S, y el reconocimiento de las diversas influencias que el aparato tecnocientífico ejerce sobre la sociedad.

Cada una de las categorías evaluativas de la SEA definidas y en seguimiento, se fundamentaron en máximo dos cuestiones elegidas del cuestionario COCTS, específicamente aquellas que integran los temas de influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, en la tabla 13 se observa la relación existente entre las categorías formuladas para la evaluación de los desempeños en la SEA, y las tres influencias que experimentan la ciencia, la tecnología y la sociedad desde la sociología externa de la NdCyT expuestas en la propuesta taxonómica de Vazquez Alonso & Manaserro Mas, (2015)

Tabla 13. Relación categorías evaluativas de la SEA y cuestiones evaluadas mediante instrumento COCTS. Elaboración propia

Categoría evaluativa de la SEA	Tipo de influencia	Categorías de sociología externa NdCyT	Cuestión COCTS	Enunciado
Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Influencia mutua	Responsabilidad social	40111	La mayoría de los científicos se preocupan de los posibles efectos posibles (tanto provechosos como perjudiciales) que pueden resultar de sus descubrimientos.
			40131	Los científicos deberían ser considerados responsables de informar sobre sus descubrimientos al público en general, de manera que el ciudadano medio pueda entenderlo.
Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Influencia simultánea	Resolución de problemas	40411	La ciencia y la tecnología son una gran ayuda para resolver problemas sociales como la pobreza, el crimen, el desempleo, la superpoblación, la contaminación, o la amenaza de una guerra nuclear.
			40451	Tenemos que preocuparnos de los problemas de la contaminación que son insolubles hoy. La ciencia y la tecnología no tienen necesariamente que arreglar estos problemas en el futuro
Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico	Influencia de la educación científica.	Contribución al pensamiento social	40711	La ciencia y la tecnología influyen en nuestro pensamiento diario por que nos proporcionan nuevas palabras e ideas

Los resultados de la progresión actitudinal son obtenidos mediante la aplicación de la métrica de modelo de respuesta múltiple desarrollada por Vazquez et al.,(2006), el análisis del índice actitudinal global ponderado, brindó información acerca de las diferencias resultantes de la aplicación pretest- postest, y de la progresión

actitudinal en general para todas las cuestiones sin distinción particular del tipo de opinión (ingenua, plausible o adecuada) (Véase anexo 7).

Otro análisis realizado a los datos consistió en la interpretación de los índices medios por cuestión con los cuales es posible conocer con mayor exactitud el favorecimiento o no de las cuestiones de tipo adecuado, plausible e ingenuo hacia la obtención de visiones informadas, su análisis, además de ello, permite establecer relaciones con los desempeños logrados durante el pilotaje de la SEA.

8.4.1 Análisis del índice actitudinal global ponderado

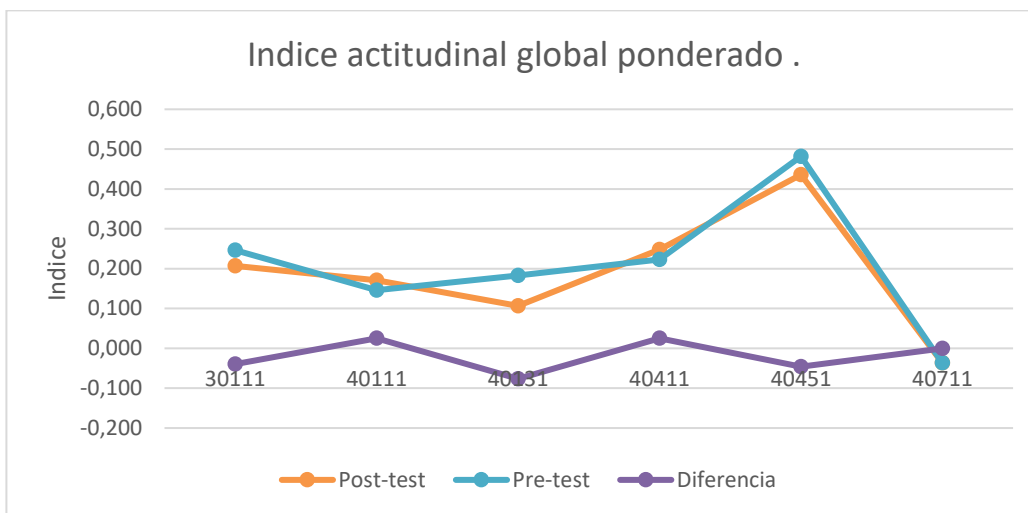
La información mostrada en la gráfica 5, corresponde a la ponderación de los índices actitudinales para cada cuestión sin distinción entre los tipos de frases (adecuadas, plausibles e ingenuas) las diferencias de las aplicaciones pretest y postest desde las cuales se reconoce el desfavorecimiento en 3 de las cuestiones evaluadas y el favorecimiento en las 3 restantes.

Las cuestiones 40111 y 40131, fueron agrupadas para fundamentar la responsabilidad social del conocimiento científico y tecnológico en la SEA, en la progresión global se evidencia un aumento en el índice actitudinal de la cuestión 40111 la cual al tener una diferencia positiva de 0,025 entre las aplicaciones pre test y postest (0,146 a 0,171) permite realizar una aproximación sobre el alcance de una visión informada en la que se reconoce que si bien los científicos se preocupan de los efectos que puedan derivarse de sus descubrimientos, parte de esta responsabilidad depende de la forma en que la sociedad haga uso de estos.

El efecto contrario se evidencia en la diferencia negativa (-0,076) obtenida para la cuestión 40131 donde la responsabilidad de los científicos sobre informar acerca de los efectos de sus descubrimientos pierde relevancia si los intereses de la sociedad no están en reconocer el impacto de tales efectos.

Un comportamiento similar al anterior ocurre en los índices actitudinales globales de las cuestiones 40411 y 40451 donde la diferencia positiva resultante (0,025) en la cuestión 40411 resalta la capacidad de la ciencia y la tecnología para resolver algunos problemas sociales, de otro modo la diferencia resultante en la cuestión 40451, sugiere la promoción de visiones desinformadas con respecto a la capacidad de la ciencia y la tecnología para generar mayores problemas de contaminación y a la incapacidad de estas para solucionarlos.

Gráfica 5. Índice actitudinal global ponderado. Elaboración propia



La diferencia positiva en el índice global para la cuestión 40711 refuerza el alcance de visiones informadas sobre la utilidad social del conocimiento científico en los cambios en los niveles y estilos de vida de la sociedad.

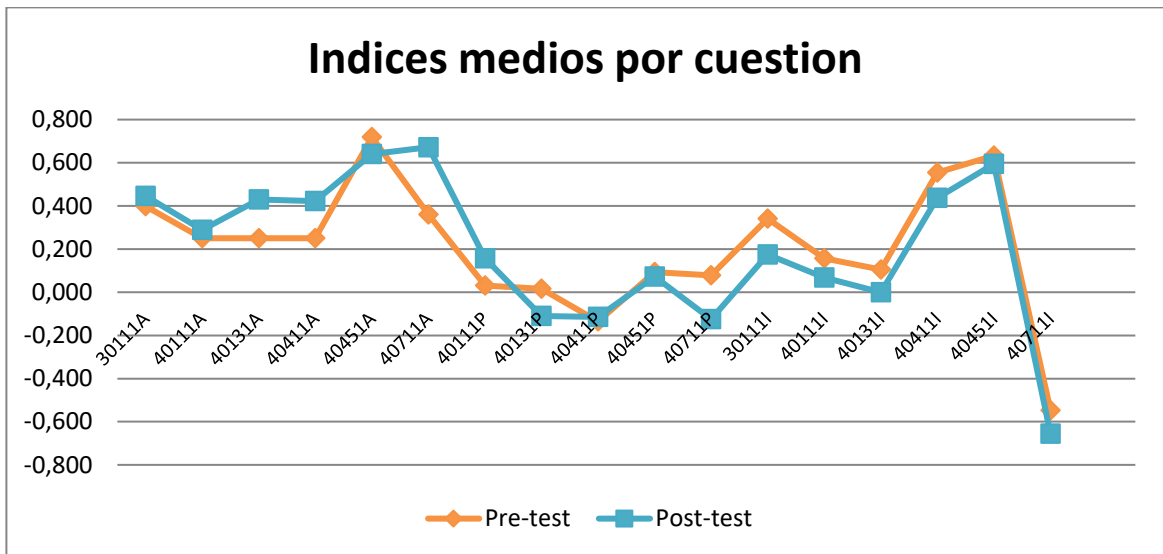
Finalmente, se observa una diferencia negativa con respecto a la cuestión 30111 la cual fue seleccionada para indagar acerca del tipo de relación triádica con la cual los estudiantes interpretan las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

8.4.2 Análisis de los índices medios por cuestión

La transformación de las puntuaciones directas emitidas por los estudiantes en el diligenciamiento de los instrumentos a puntuaciones actitudinales para cada una de las categorías existentes en las diferentes cuestiones, permiten a partir de su promedio identificar el índice actitudinal para cada una de las cuestiones, estos valores a diferencia del índice actitudinal, dan a conocer específicamente la promoción actitudinal en términos de adquisición o cambio de visiones informadas o desinformadas.

Se recopilan en la gráfica 6, los cambios observados en las actitudes de los estudiantes luego del pilotaje de la SEA y la subsecuente aplicación del instrumento postest; el grado de favorecimiento del desarrollo del pilotaje se evalúa a continuación desde el análisis de los cambios generados en cada cuestión.

Gráfica 6. Índices actitudinales medios por cuestión. Elaboración propia



Cuestión 40111

La cuestión relaciona la preocupación que tienen los científicos sobre el control de los efectos que presentan sus inventos o descubrimientos, las afirmaciones de tipo adecuado (frases D y E) que integran la categoría, presentaron una diferencia positiva de 0,38 de modo que además de presentar dicha preocupación, quienes se desempeñan en la ciencia no pueden predecir múltiples efectos y no pueden ejercer control sobre los efectos que se deriven del uso de sus productos; la progresión evidenciada se sustenta en el alcance de visiones informadas del 76% de la población donde se reconoce la responsabilidad compartida entre todos los actores que se desenvuelven en la problemática de las curtiembres.

En cuanto a las afirmaciones de tipo plausibles (frases C, F y G) se evidencia una diferencia de 0,125 sobre visiones que tienden hacia el grado de información con respecto al objetivo compartido que ciencia y tecnología tienen sobre la procura de una mejor calidad de vida, desde el contexto de la secuencia dicho reconocimiento los estudiantes lo asocian a la capacidad y preocupación que los representantes científicos manifiestan ante el planteamiento de soluciones problemas.

Finalmente, las opiniones de tipo ingenuo (A, B y H) presentaron una disminución en el carácter positivo de 0,156 a 0,068 para la aplicación postest, en el caso de las afirmaciones ingenuas su cercanía al cero o el alcance de índices negativos representa una discordancia con el grado de desinformación de la afirmación, en

este sentido el cambio actitudinal promueve los grados de información con respecto al poco carácter absolutista de las actividades de ciencia y tecnología.

Cuestión 40131.

Relacionada con la responsabilidad que tienen los científicos acerca de informar sobre los descubrimientos a la sociedad en general, en la categoría se evidencia un aumento hacia actitudes adecuadas a partir de la diferencia obtenida de la valoración pretest-postest de 0,18 en las afirmaciones adecuadas B y C; el favorecimiento del grado de información específico de la frase C que se relaciona con el derecho que tiene la ciudadanía en conocer los descubrimientos en procura de mejorar su calidad de vida, desde el uso consciente de los artefactos científicos y tecnológicos, en la responsabilidad que adquieren los ciudadanos acerca de los efectos futuros que podrían generarse. Durante el pilotaje de la secuencia de enseñanza-aprendizaje los cambios en las intervenciones realizadas por los estudiantes hacen referencia a la responsabilidad mutua (influencia mutua) al argumentar, que quienes se dedican a la ciencia y quienes hacen uso de sus productos y procedimientos (sociedad en general) comparten sobre los efectos futuros que puedan generarse debido al empleo de estos en el planteamiento de estrategias de mitigación de contaminación.

Las afirmaciones plausibles A y D adquirieron un carácter de desinformación debido a la obtención de un índice actitudinal negativo en la aplicación postest (0,016 a - 0,109) allí se alojan las afirmaciones del 23% de la población que durante la aplicación de los instrumentos que componen la secuencia se mantuvieron en un nivel de desempeño medio desde el cual manifiestan la responsabilidad mutua que puede tener la sociedad con los impactos de la ciencia y la tecnología, como se expresa en la intervención del estudiante 16, la responsabilidad se asume de acuerdo al interés y motivación que el actor involucrado en la problemática pueda sentir por la su comprensión y el planteamiento de soluciones.

“Los empresarios se asesoran de personas que puedan ayudarles a cumplir la norma, no se preocupan por integrar en su empresas un área encargada de evaluar los impactos y soluciones que pueden generar, porque no es su interés invertir en eso”- Intervención estudiante 16

En síntesis, la progresión actitudinal para las dos cuestiones sobre las que se fundamentó la categoría evaluativa de la SEA “responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico” favoreció la adquisición de posturas informadas ante las

temáticas abordadas. Sin embargo, la presencia de visiones desinformadas y su poco significativa promoción se debe al moderado impacto generado por el empleo de una problemática socioambiental científica relevante como contexto para el análisis de las relaciones CTS a partir de la cual se promueven la sensibilidad ética y moral en los individuos (Lee et al., 2013)

Cuestión 40411

Empleada para soportar la categoría evaluativa de la SEA denominada acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología, la cuestión tuvo por objetivo evaluar la promoción actitudinal con respecto a la capacidad de la ciencia y la tecnología en la solución de problemas de carácter social

Las afirmaciones adecuadas (B y C), fueron promovidas a lo largo del desarrollo del pilotaje de la SEA, la diferencia positiva (0,17), entre la aplicación del cuestionario COCTS, en la adopción de visiones sobre la capacidad de la ciencia para solucionar solamente algunos problemas sociales, es favorecida por el carácter altamente social con el cual fueron orientadas las reflexiones durante las sesiones sincrónicas, el uso de herramientas tecnológicas como videos y casos reales brindaron una contextualización significativa para los estudiantes, sin embargo, a pesar del valor obtenido en el cálculo de las puntuaciones medias, durante la ejecución de la SEA, existió un favorecimiento mayoritario al alcance de desempeños medios asociados a las visiones plausibles de los estudiantes con respecto al objetivo de la cuestión.

En contraste, la promoción a actitudes de tipo plausible con carga implícita de carácter ingenuo correspondientes con afirmaciones (A, D y G) resulta superior con respecto al grado de información logrado en la diferencia ponderal de los índices actitudinales para las afirmaciones adecuadas. Como resultado de las aplicaciones pretest y postest el índice actitudinal registró valores negativos por lo cual de acuerdo con Vazquez et al.,(2006) estas visiones están permeadas por creencias que aportan un grado de desinformación a las intervenciones que los estudiantes realizan durante los espacios de discusión, se evidencia la ambivalencia de la ciencia y la tecnología para solucionar algunos problemas de tipo social, reconociéndose mayoritariamente su capacidad por resolver asuntos de su interés, como los de tipo ambiental.

Con respecto a las afirmaciones de tipo ingenuo (E y F) su aumento en el grado de información en el cambio del índice actitudinal (0,555 a 0,438) evidencia la progresión en las posturas netamente desinformadas a posturas plausibles, pero

confirma la presencia aún de ciertos grados de desinformación dentro del grado de plausibilidad de las actitudes alcanzadas.

Cuestión 40451

Tuvo como objetivo promover la progresión actitudinal entorno a la necesidad de la sociedad por preocuparse por los problemas de tipo ambiental como la contaminación, los cuales no deben necesariamente ser responsabilidad de la ciencia.

La afirmación adecuada E, presenta desmejora en el grado de información luego de la intervención en el aula, la diferencia negativa de -0,078 entre las aplicaciones pre y postest, al igual que en la cuestión anterior la progresión actitudinal se orienta hacia el alcance de niveles de plausibilidad donde influye la forma sincrónica o asincrónica en que se desarrollan las sesiones de aplicación de la secuencia.

De este modo los niveles de plausibilidad en las afirmaciones C, D y F aumentan hacia las opiniones ambivalentes sobre la capacidad o incapacidad de la ciencia y la tecnología por solucionar problemas de contaminación debido a: “la gravedad que estos presentan, lo cual hace que ciencia y tecnología en ocasiones no cuenten con el desarrollo necesario para plantear soluciones” (ítem c), de modo contrario se afirma sobre la capacidad de la ciencia y la tecnología para resolución de estos problemas, “el éxito que han tenido en el pasado en el planteamiento de soluciones le otorgará siempre la capacidad para solucionar los problemas futuros”, los científicos siempre sabrán que hacer (ítem f).

Si bien en la categoría primó la contextualización explícita del impacto que genera el uso de nuevos artefactos científicos y tecnológicos en la mitigación de problemáticas sociales y ambientales, este elemento metodológico favoreció la progresión en los desempeños altos alcanzados en la categoría, sin embargo la ausencia de la reflexión guiada, generó confusión e inseguridad en los estudiantes para comprender la influencia simultánea que los artefactos científicos y tecnológicos y la sociedad presentan para la solución de las problemáticas; de este modo las intervenciones de los estudiantes a lo largo de las actividades se caracterizan por sus posturas ambivalentes lo cual de acuerdo con Vázquez Manassero, & de Talavera, (2010) dentro de las ideas plausibles el estudiante carece de habilidad para identificar la porciones adecuada e ingenuas que componen cada una de las frases, por lo cual se genera la contradicción que la ciencia y la tecnología podrían solucionar todo los problemas pero a su vez la capacidad de hacerlo es corta debido al avance acelerado de tales problemáticas.

Cuestión 40711

La cuestión afirma la influencia de la educación científica sobre la sociedad desde el aporte del conocimiento científico y tecnológico a la vida diaria, basada en esa premisa se fundamentó la categoría evaluativa de la SEA acerca de la utilidad y construcción social del conocimiento científico en el análisis de la problemática de las curtiembres; las actitudes de tipo adecuado cuyo aumento en el grado de información en la afirmación E presentó una diferencia positiva de 0,313 corresponden a la mayor promoción actitudinal alcanzada luego del pilotaje de la SEA.

La visión adecuada afirma la capacidad de la ciencia y la tecnología en la generación de cambios sobre los estilos de vida, esta afirmación informada es extrapolada por los estudiantes al contexto de las curtiembres en sus afirmaciones a lo largo de las progresiones actitudinales consignadas en la tabla 12, se reconoce la urgencia del desarrollo de un pensamiento crítico que resulte significativo para la evaluación de las decisiones que se generen en pro de mitigar los diferentes impactos socioambientales que se desencadenan de la actividad industrial además de generar conciencia ambiental.

La promoción de este tipo de actitudes adecuadas se encuentra permeada por la responsabilidad que todos los ciudadanos adquieren sobre los diferentes efectos de las acciones científicas y tecnológicas, con respecto a ello y en relación con la utilidad del conocimiento científico, en los estudiantes prima la idea de desarrollar consensos en cuanto a los procesos de alfabetización científica en las afirmaciones realizadas a lo largo de las actividades de la SEA, como alternativa única con la cual se abandone la forma de ver la actividad del curtido de cuero como un foco de problemáticas sociales y ambientales

En cuanto a las afirmaciones (B, C, D y F) de tipo plausible se evidencia un aumento en grado de desinformación (0,078 a -0.125), donde la influencia de la ciencia y la tecnología sobre el pensamiento se da desde la integración de nuevas palabras e ideas, este cambio se relaciona con la visión de la alfabetización para el reconocimiento de los procesos que se desarrollan en las curtiembres en la simple proposición de alternativas de solución.

El pilotaje de la secuencia generó un impacto positivo en el aumento del grado de información hacia las visiones de tipo ingenuo, el cambio en el índice ponderal de -

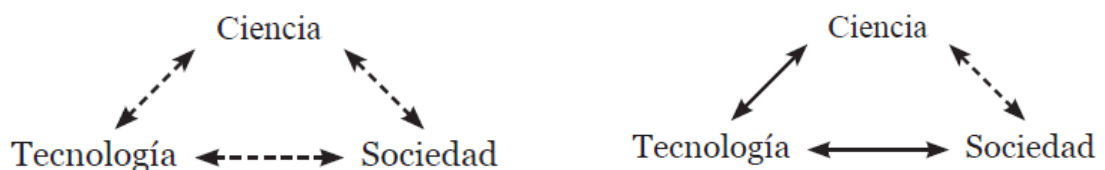
0,109 luego de la aplicación del instrumento posttest señala el desacuerdo con la afirmación de que la adopción de vocabulario permitirá tener una mejor comprensión de los problemas futuros, los estudiantes desde la contextualización realizada durante el pilotaje identificaron que si bien los actores reconocen la problemática, identifican algunos peligros en el uso de ciertos materiales, no hay una conciencia que prime sobre la necesidad de suplir problemáticas de tipo económico u ocupacional.

En síntesis el avance actitudinal en la promoción del grado información de las actitudes de tipo adecuado e ingenuo dan razón del análisis realizado por los estudiantes en las actividades de la SEA desde el modelo cuatro mundos, la identificación de la influencia del conocimiento sobre ciencia y tecnología desde diversas esferas sociales, les permitido reflexionar acerca de la importancia de generar habilidades de pensamiento de orden superior como el desarrollo del pensamiento crítico, dicho reconocimiento surgió de forma no esperada lo cual indica que el estudiante en sus reflexiones realiza procesos metacognitivos acerca del tipo de habilidades que debiera tener para afrontar problemáticas con las cuales puede o no tener una estrecha relación (Manassero–Mas & Vazquez-Alonso, 2019).

Cuestión 30111

La cuestión fue seleccionada con el fin de conocer la forma en que los estudiantes identifican en tres dimensiones las interrelaciones entre ciencia, tecnología y sociedad

Figura 3. diagramas representacionales de las interacciones ciencia, tecnología y sociedad para una actitud adecuada items E y F respectivamente. Fuente: .Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014)



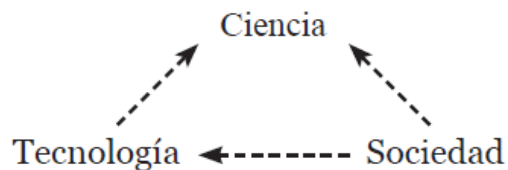
En la figura 3 se reúnen los esquemas en los cuales fue notable la progresión actitudinal hacia niveles con mayor grado de información para esquemas que representan relaciones adecuadas, en la zona izquierda se encuentra el diagrama que de acuerdo a la diferencia positiva entre la aplicación pretest-posttest equivalente a 0,11; los estudiantes reconocen de las relaciones ciencia, tecnología

y sociedad su interrelación bidireccional, de modo tal que identifica la influencia mutua y simultánea que ocurre entre los elementos del sistema CTS.

De modo contrario, al comprar con la alternativa representacional F se evidencia un grado de desacuerdo con el esquema dado el descenso del índice medio (0,016) en la aplicación post test, si bien el esquema manifiesta las relaciones bidireccionales, entre la ciencia y la tecnología la relación es intensa, la relación de la tecnología con la sociedad es medianamente intensa y finalmente la ciencia y la sociedad tienen una relación considerablemente débil.

Con respecto a los esquemas representacionales de tipo ingenuo se evidencia un aumento en el grado de información; como se evidencia en la figura 4 se reconoce las relaciones equivalentes entre ciencia, tecnología y sociedad de forma unidireccional en la que sociedad y tecnología se relacionan con la ciencia pero, la ciencia no se relaciona con ellas, del mismo modo ocurre con la sociedad y la tecnología, la manipulación cotidiana de elementos tecnológicos, señala una relación fuerte (identificada por las líneas discontinuas gruesas) en la dirección de la flecha, la sociedad se relaciona con la tecnología pero, no la tecnología con la sociedad .

Figura 4. Esquema representativo de las interrelaciones ciencia, tecnología y sociedad desde una visión ingenua item D. Fuente: .Vázquez Alonso & Manassero Mas (2014)



El abordaje de la problemática de las curtiembres como contexto controversial y relevante para los estudiantes permitió el reconocimiento de la equivalencia entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, aun ante posturas de tipo ingenuo, el estudiante incluye dentro de sus estructuras cognitivas la idea de la ciencia y la tecnología como tecnociencia donde el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico favorecen la comprensión de los problemas científicos, identificar las responsabilidades que tanto ciencia, tecnología y sociedad poseen dentro de las problemáticas (Herrera, 2009), (Acevedo-Díaz et al., 2003), del mismo modo le permite al estudiante evaluar la capacidad de tales conocimientos para el planteamiento de alternativas de solución, obligándolo a desarrollar habilidades de pensamiento como la argumentación, la toma de decisiones y el desarrollo del

pensamiento crítico a través del trabajo colectivo y la evaluación de sus ideas entre pares (Morrison et al., 2009), (Lederman & Abd-El-Khalick, 2002)

8.5 EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS A PARTIR DEL JUICIO EMITIDO POR EXPERTOS Y EL PILOTAJE

La evaluación de los elementos teóricos y metodológicos sobre los cuales se fundamentó la secuencia de enseñanza-aprendizaje se realiza a partir de los resultados obtenidos en la validación del juicio emitido por expertos, el pilotaje de algunas actividades y la medición de la progresión actitudinal en la aplicación del cuestionario COCTS en sus formas pretest y postest.

Los criterios con los cuales se evaluaron los elementos teóricos y metodológicos previos al diseño, durante el diseño y durante la aplicación se construyeron a partir de la recopilación bibliográfica y conceptualización realizada por Fernandes et al., (2014). De este modo la evaluación de cada sección de elementos se realizó adaptando de las autoras las finalidades, los conocimientos, y los procedimientos mediante los cuales debe orientarse la construcción de paquetes de instrucción de ciencias desde un enfoque CTS, los aspectos tenidos en cuenta para la formulación propia de los criterios de evaluación con respecto a los aspectos mencionados se relacionan en la tabla 14.

Tabla 14. Aspectos relevantes en el diseño de paquetes de instrucción para la enseñanza de la ciencia desde el enfoque NdC. Fuente: Fernandes et al., (2014)

Aspecto	Pregunta relacionada	Descriptorios claves en la enseñanza de la ciencia enfoque CTS
Finalidades	¿Para que enseñar ciencia?	<ul style="list-style-type: none"> - Promoción de la cultura científica. - Promoción de actitudes para el favorecimiento de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas - Reconocimiento de aspectos sociales de la ciencia
Contenidos	¿Qué ciencia se debe enseñar?	<ul style="list-style-type: none"> - Carácter no absolutista de la ciencia y la tecnología en entornos sociales cotidianos - Identificación de las interacciones sociales de la ciencia y la tecnología - Aprendizajes relevantes sobre la ciencia para las necesidades, el progreso social desde contextos socialmente polémicos
Procedimientos	¿Como se debe enseñar la ciencia?	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar la provisionalidad del conocimiento científico desde la influencia generada por los entornos socioculturales - Inclusión de perspectivas socio constructivistas donde el estudiante se involucre activamente en el análisis de las cuestiones sociales de la ciencia

La adaptación realizada y la corriente evaluación de cada uno de los elementos se presenta en la tabla 15 donde cada criterio se relaciona con el elementos metodológico o teórico seleccionado y su correspondiente argumentación desde los resultados obtenidos.

Tabla 15. Evaluación de los elementos teóricos y metodológicos .Elaboración propia.

Tipo de elemento	Criterios de evaluación	Elemento teórico	Argumentos que soportan la evaluación
teóricos y metodológicos previos al diseño	Identificar la construcción de los modelos conceptuales mediante los cuales los estudiantes estructuran las interacciones ciencia, tecnología y sociedad.	Modelo cuatro mundos Manassero–Mas & Vázquez-Alonso (2019)	La estructura del modelo conceptual permitió la organización de las actividades, el reconocimiento primario de la problemática socioambiental seguida de la conceptualización y reflexión paulatina de los aspectos sociológicos de la NdCyT. Desde las intervenciones de los estudiantes se evidencio la identificación por parte de ellos de los tres mundos sobre los cuales se construyen los modelos explicativos y metacnocimientos de las interacciones CTS, integrando con estos el cuarto mundo.
	Integrar el reconocimiento de elementos éticos y actitudinales individuales para su extrapolación a entornos globales para la generación de posturas críticas, el desarrollo de capacidades que permiten la evaluación de la información científica en entornos cotidianos y la resolución de problemas.	Componentes de carácter conceptual y valores en programas de cuestiones socio científicas Lee et al (2013)	Desde una perspectiva diferente de la organización de contenidos propuestas por los diversos autores de la corriente CTS, este elemento teórico permitió construir preguntas que orientaron la reflexión de los aspectos éticos individuales con los cuales los estudiantes expresaron los sentimientos que la problemática de las curtiembres les pudiese evocar con respecto a la identificación de los elementos científicos y tecnológicos necesarios para el planteamiento de alternativas de mitigación de los impactos generados por la contaminación
	Promover la estructuración de ideas y actitudes con las cuales el estudiante realiza análisis de las acciones científicas y tecnológicas desde perspectivas sociológicas de la ciencia en pro del desarrollo de una cultura científica	El currículo CTS Vázquez & Manassero (1997)	El elemento teórico permitió en primera medida identificar la relevancia social, científica y tecnológica que representa la problemática de las curtiembres y el proceso de adsorción en el entorno cercano de los estudiantes; además permitió establecer puntualmente los aspectos actitudinales a promover dentro de la SEA, desde el análisis de los aspectos sociológicos en la problemática, con los cuales después de la aplicación, se evidencio por parte de los estudiantes la inclusión en sus discusiones de entornos sociales y económicos no planeados
teóricos y metodológicos durante el diseño	Diseñar actividades donde se relacione de forma explícita y contextualizada los aspectos sociológicos de la ciencia, haciendo énfasis en las limitaciones que la ciencia y la tecnología pueden presentar en las interacciones con la sociedad	Visión 2 para la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia Duschl & Grandy, (2012)	El elemento teórico facilitó la visualización de la ciencia y la tecnología como dos sistemas que actúan social e intelectualmente desde le diseño de actividades y selección de información como noticias, reportes con los cuales se brinda al estudiante el contexto pertinente para la construcción de sus argumentos, con respecto a la identificación de las distintas influencias entre la ciencia, la tecnología y la sociedad

	Incorporar el aprendizaje sobre las influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad y viceversa desde entornos significativos y contextualizados, donde confluye el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano	Los contextos socio científicos controversiales Küçük (2008)	Desde el elemento se evaluó la pertinencia del contexto de las curtiembres como problemática socioambiental u del proceso de adsorción como alternativa de mitigación, su carácter como contexto socio científico controversial favoreció el desarrollo de preguntas explícitas en las que claramente el estudiante argumenta sobre las influencias entre la ciencia, la tecnología y la sociedad desde el reconocimiento de responsabilidades sociales, incidencia de los artefactos científicos, tecnológicos y el conocimiento social
	Diseñar actividades que favorezcan la discusión de: la utilidad social del conocimiento científico, las relaciones complejas y controversiales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, los impactos de la ciencia y la tecnología en los cambios de vida, así como el impacto de la sociedad y el medio ambiente en el conocimiento científico y tecnológico	Cuestiones socio científicas como entorno para la contextualización en naturaleza de las ciencias Karisan & Zeidler, (2016).	Este elemento metodológico permitió la formulación del caso simulado en el cual se propendió por la evaluación de las diferentes relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad que se desarrollaron a lo largo de la secuencia, como actividad final en el pilotaje se favoreció la comprensión de su relevancia para la identificación de la influencia de conocimiento científico sobre los cambios en la vida, desde esta perspectiva se extrapolaron las características cambiantes y tentativas del conocimiento científico a los contextos sociales de la ciencia
metodológicos durante la implementación	Priorizar la comprensión de los metaconocimientos desarrollados implícitamente en el reconocimiento de las interacciones ciencia, tecnología y sociedad, sobre los contenidos disciplinares específicos de las ciencias	Reflexión guiada desde la introspección y metacognición Schwartz, Lederman, & Crawford, (2004.)	El elemento metodológico permitió durante las sesiones sincrónicas el desarrollo de discusiones donde la reflexión se realizó de forma guiada con el fin de modelar los procesos metacognitivos que desarrollaban los estudiantes durante el análisis puntual de las diferentes influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad
	Trasladar actividades propias y desarrolladas por las comunidades de producción del conocimiento científico a un contexto de enseñanza en el cual se evidencie la construcción social del mismo.	Actividades que promueven la comprensión de la naturaleza de las ciencias Lederman & Abd-El-Khalick, (2002)	Este elemento metodológico fue empleado para propiciar el desarrollo de consensos en los momentos de discusión en cada una de las actividades, a partir de estas se promovió el trabajo grupal para propiciar la visión no absolutista del conocimiento científico el cual cambia de acuerdo con el entorno social
	Inclusión de perspectivas socio constructivistas donde se promueva el debate, la discusión y la argumentación en el aula	Factores que influyen las visiones sobre la naturaleza de la ciencia de docentes de educación secundaria Morrison, Raab, & Ingram (2009)	El elemento metodológico permitió durante las sesiones asincrónicas valorar la incidencia del trabajo cooperativo en el desarrollo de habilidades de tipo argumentativo, favoreciendo el rol activo de cada uno de los estudiantes durante el pilotaje de las actividades

Los elementos metodológicos y teóricos seleccionados para el diseño y la estructuración de la secuencia de enseñanza-aprendizaje resultaron pertinentes para el favorecimiento de la progresión actitudinal con respecto a las diferentes interacciones e influencias que la ciencia y la tecnología como cuerpos de conocimientos ejercen sobre la sociedad en la perspectiva contextualizada de las curtiembres como problemática socioambiental de relevancia desarrollada en un entorno cercano para los estudiantes.

La selección intencionada de los elementos teóricos y metodológicos pertenecientes mayoritariamente a la perspectiva de consensos considerada como reduccionista por diversos autores, permitió el dialogo con conceptualizaciones emergentes sobre la enseñanza de los aspecto sociológicos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, de modo que durante el pilotaje elementos tales como la provisionalidad del conocimiento científico, la creatividad y el carácter tentativo fueron abordados y extrapolados a las diversas influencias que surgen de las interacciones entre la ciencia y la tecnología desde la óptica de la sociología externa de la ciencia permitiendo así la construcción de metaconocimientos, actitudes informadas desde los enfoques explícitos y reflexivos.

9. CONCLUSIONES

La investigación desarrollada permitió el reconocimiento de los elementos conceptuales y metodológicos con los cuales se favoreció la comprensión de las influencias derivadas de las interacciones ciencia, tecnología y sociedad además de las progresiones actitudinales, tales elementos fueron encontrados de la revisión documental sistematizada en la cual se tuvo en cuenta los elementos que permitieran la consecución de visiones informadas hacia la ciencia desde la propuesta de consensos (Vázquez & Manassero, 2012) y la conceptualización cuatro mundos (Manassero & Vazquez, 2019).

Se identificó que los enfoques explícitos y reflexivos favorecen la adquisición de visiones informadas hacia la ciencia, dentro de estos fue posible relacionar 4 elementos teóricos conformados por la ya mencionada conceptualización cuatro mundos (Manassero & Vazquez, 2019), aportaciones al currículo CTS (Vázquez & Manassero 1997), Reconceptualización de la alfabetización científica Choi et al. (2011) citados en Lee et al (2013), y los estamentos epistemológicos, cognitivos y sociales constituyentes de las prácticas científicas (Duschl & Grandy, 2012). Estos elementos facilitaron la extrapolación de las características tentativas subjetivas y provisionales del conocimiento científico a los entornos de la sociología externa de la ciencia. Con respecto a los elementos metodológicos se seleccionaron 5 los cuales por su relevancia para la enseñanza desde el enfoque explícito y reflexivo se relacionan con la inclusión de contextos socio científicos relevantes (Küçük, 2008), estudios de caso o casos simulados (Karisán & Zeidler, 2016), reflexión guiada desde la introspección y metacognición (Schwartz, Lederman, & Crawford, 2004.) el desarrollo de consenso en el trabajo grupal (Lederman & Abd-El-Khalick, 2002) el trabajo colaborativo en la construcción del conocimiento científico y el pensamiento lógico (Morrison, Raab, & Ingram, 2009).

Los elementos metodológicos mencionados permitieron destacar la importancia que adquiere el tratamiento de cuestiones socio científicas controversiales en el abordaje de los aspectos sociológicos externos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así, la contextualización de la secuencia de enseñanza-aprendizaje desde el abordaje de la problemática socioambiental generada por la contaminación proveniente de la actividad de las curtiembres permitió la evaluación de aspectos científicos, tecnológicos, éticos y sociales de la actividad artesanal al ser los proceso reflexivos practicados desde la óptica de la responsabilidad social de la ciencia y la tecnología, la influencia de los artefactos científicos y tecnológicos y la utilidad social del conocimiento científico.

El modelo 7E favoreció la estructuración de la secuencia de enseñanza- aprendizaje y la subsecuente modificación de las actividades para su aplicación mediante las plataformas OneNote y Teams, del mismo modo la revisión del estado actual de las investigaciones realizadas sobre la adsorción de cromo hexavalente en materiales carbonosos y el estudio preliminar de las cinéticas de adsorción de Cr(VI) en carbón activado comercial permitió estructurar el componente conceptual de la secuencia integrándose así el concepto de adsorción en fase líquida, las características relevantes en las superficies de los sólidos porosos y el desarrollo de isothermas de adsorción para el reconocimiento de la efectividad del proceso; como se evidencio en los resultados, los estudiantes incorporan elementos relacionadas con el proceso de adsorción (biorremediación y fitorremediación) en su reconocimiento como alternativa para mitigar la contaminación.

La validación del material por parte de los expertos permitió reconocer la potencialidad del mismo para la enseñanza puntualmente de aspectos sociales de la ciencia y la tecnología como la responsabilidad social y la utilidad social del conocimiento científico y tecnológico, en términos de la conceptualización integrada de la SEA, la prevalencia de los contenidos científicos y tecnológicos facilitó la comprensión de la ciencia y la tecnología como dos cuerpos de conocimientos que interactúan entre sí y con la sociedad en cuanto a los procedimientos propuestos para el cumplimiento de las actividades evaluadores afirman la correspondencia de la planeación de las actividades con el enfoque explícito y reflexivo, expresan que el desarrollo de argumentos desde los debates facilitarían la construcción de metaconocimientos y la progresión actitudinal

El pilotaje de algunas de las actividades de la SEA fue congruente con las apreciaciones realizadas por los expertos, la actividad caso simulado en todas las categorías evaluativas favoreció la construcción de metaconocimientos y el establecimiento de las relaciones e influencias, de este modo se identifica una vez más que los procesos de reflexión guiada, el asumir roles y las discusiones argumentadas le permiten al estudiante visibilizarse como ciudadano activo, alentándolo a establecer estrategias de mitigación y no soluciones temporales problemáticas.

La progresión actitudinal como elemento evaluativo final del impacto de la SEA confirmó el alcance la misma para favorecer el reconocimiento de la responsabilidad social y en mayor medida la utilidad del conocimiento científico, al obtener diferencias significativas en el refuerzo de las actitudes adecuadas y de la

disminución de las posturas ingenuas, se espera que los docentes en formación inicial que hicieron parte de la presente investigación incorporen en sus ejercicios docentes estos elementos valiosos para el análisis y reconocimiento del papel de la ciencia y la tecnología en los entornos sociales cotidianos a sus experiencias en el aula..

Finalmente se evidencia que la selección de los elementos teóricos y metodológicos para la progresión actitudinal y la comprensión de los diversos aspectos de la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad resultan pertinentes para los procesos de enseñanza aprendizaje, del mismo modo el establecer relaciones entre dos propuestas de organización de contenidos que presentan aproximadamente 10 años de diferencia entre sus planteamientos, genera un aporte conciliador entre las diversas perspectivas investigativas sobre la enseñanza de aspectos de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, poniendo en evidencia que más allá de soportarse en marcos teóricos distintos la efectividad de estos en los procesos de enseñanza es trabajo de quienes diseñan y aplican los materiales de educativos, de modo que para esto es necesario tener un conocimiento informado de los caracteres de la naturaleza de la ciencia para evitar su instrucción de forma reduccionista, con lo anterior hago referencia a “la forma de abordar los contenidos en el aula, representa el carácter provisional de la disciplina a enseñar”

10. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones que pretendan abordar temáticas complejas de la química como lo es la química de superficies junto al desarrollo actitudinal o generación de metaconocimientos sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología se recomienda luego de conceptualizar la problemática incluir paulatinamente los conceptos generales del fenómeno de adsorción, si bien el modelo 7E tiene una etapa para la explicación de los conceptos es pertinente que las características de la naturaleza de la ciencia y los conceptos disciplinares sean enseñados de la misma forma explícita y progresiva.

Si la SEA se desea desarrollar mediante sesiones sincrónicas y asincrónicas por motivos relacionados con emergencias sanitarias como la Covid-19 se aconseja dar prioridad a las actividades de tipo reflexivo y argumentativo para su desarrollo de forma sincrónica ya que los resultados mostrados en la presente investigación soporta la afirmación realizada por Dawson y Venville (2010) donde el rol del docente es vital en la moderación de las reflexiones así como en el establecimiento de los nuevos puentes conceptuales que realiza el estudiante.

11. BIBLIOGRAFIA

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–436. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Romero, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 2(3), 353–376.
- Acevedo, A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Eureka*, 6(3), 355–386. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013010004.pdf>
- Acevedo Diaz, J., Vasquez Alonso, Á., & Manassero–Mas, M. A. (2001). El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. In *Organización de estados Iberoamericanos*.
- Acevedo, J. A., Vasquez, Á., Martín, M., Oliva, J., Acevedo, P., Paixao, M., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica, para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 2(1697-011X), 121–140.
- Aikenhead, G S., Ryan, A. G. (1992). “The Development of a New Instrument: ‘Views on Science-Technology-Society’ (VOSTS)”. *Science education*. *Science Education*, 75(5), 477.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L., & Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers’ views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 751–772. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9065-4>
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461–486. <https://doi.org/10.1002/sce.21111>
- Altun, T., & Pehlivan, E. (2012). Removal of Cr(VI) from aqueous solutions by modified walnut shells. *Food Chemistry*, 132(2), 693–700. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.099>
- Atkins, P. (1999). Isotermas de adsorción. In *Química - Física* (Ediciones, p. 862). Retrieved from <http://books.google.com/books?id=dVGP7pmCh10C&pgis=1>
- Bennássar, A., Vázquez, Á., Manassero, M. A., & García-Carmona, A. (2010). Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. In *Documentos de trabajo*.
- Bono, R. (2012). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales*. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2445/30783>
- Burgin, S. R., & Sadler, T. D. (2016). Learning nature of science concepts through a research apprenticeship program: A comparative study of three approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 31–59.

- <https://doi.org/10.1002/tea.21296>
- ÇeÇen, F., & Aktas, Ö. (2012). Fundamentals of Adsorption onto Activated Carbon in Water and Wastewater Treatment. In *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment* (Wiley-VCH). <https://doi.org/10.1260/0263-6174.30.1.43>
- Céspedes, N., Valencia, J., & Díaz, J. (2007). Remoción de Cromo (VI) de soluciones acuosas por adsorción sobre diferentes carbones activados modificados. *Revista Colombiana de Química*, 3(36), 305–322.
- Dąbrowski, A. (2001). Adsorption - From theory to practice. *Advances in Colloid and Interface Science*, 93(1–3), 135–224. [https://doi.org/10.1016/S0001-8686\(00\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0001-8686(00)00082-8)
- de la Luz-Asunción, M., Pérez-Ramírez, E. E., Martínez-Hernández, A. L., Castano, V. M., Sánchez-Mendieta, V., & Velasco-Santos, C. (2019). Non-linear modeling of kinetic and equilibrium data for the adsorption of hexavalent chromium by carbon nanomaterials: Dimension and functionalization. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 27(4), 912–919. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2018.08.024>
- Dimikic, M., Brauch, H., & Kavanaugh, M. (2008). Relevance of soil particle sorption to purification processes in an aquifer. In M. Dimikic, H. Brauch, & M. Kavanaugh (Eds.), *Groundwater Management in Large River Basins* (IWA Publis, p. 155). Retrieved from [https://books.google.com.co/books?id=_QIG527GKFEC&pg=PA155&lpg=PA155&dq=surface+boundaries+adsorption&source=bl&ots=6rw83-Fjo7&sig=ACfU3U2fl4rdpVA1sb6DSCVtxy5-7isuuQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj-6azd2rbqAhVEiOAKHf8xCulQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=surface bounda](https://books.google.com.co/books?id=_QIG527GKFEC&pg=PA155&lpg=PA155&dq=surface+boundaries+adsorption&source=bl&ots=6rw83-Fjo7&sig=ACfU3U2fl4rdpVA1sb6DSCVtxy5-7isuuQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj-6azd2rbqAhVEiOAKHf8xCulQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=surface%20boundaries)
- Donato, A. E. (2014). *Estrategia de enseñanza para el aprendizaje del proceso de Adsorción competitiva de iones sobre nanopartículas de Magnetita, fundamentada en el modelo de resolución de Problemas*. Universidad Pedagógica Nacioal.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2012). *Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science*. 23–25. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Eisenkraft, a. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher - Washington-*, 70(6), 56–59. Retrieved from <http://www.its-about-time.com/iat/5e.pdf>
- Fernandes, I. M., Pires, D. M., & Villamañán, R. M. (2014). Educación científica con enfoque ciencia-tecnología- sociedad-ambiente. construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. *Formacion Universitaria*, 7(5), 23–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000500004>
- Galindres, M., & Rayo, D. (2020). Aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción mediante la aplicación de una secuencia didáctica multiestilo (Universidad Pedagógica Nacional). Retrieved from [http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12232/Aprendizaje profundo de los fenómenos de adsorción mediante la aplicación de](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12232/Aprendizaje%20profundo%20de%20los%20fen%C3%B3menos%20de%20adsorción%20mediante%20la%20aplicación%20de)

- una secuencia didáctica multiestilo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garritz, A., Rueda, C., Robles, C., & Vázquez-Alonso, Á. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Educación Química*, 22(2), 141–154. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30126-5](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30126-5)
- Ghosh, P. K. (2009). Hexavalent chromium [Cr(VI)] removal by acid modified waste activated carbons. *Journal of Hazardous Materials*, 171(1–3), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.121>
- Herrera, R. (2009). La tecnociencia y la educación: la problemática de su integración. *Revista de Filosofía de La Universidad de Costa Rica*, 0(0), 9–17.
- Huang, C., & Bowers, A. (1978). The use of activated carbon for chromium (VI) removal. In *Progress in Water Technology* (18th Editi, Vol. 10). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-022939-3.50010-6>
- Huang, C., & Wu, M. (1977). The removal of Chromium (VI) from dilute aqueous solution by Activated Carbon. *Journal of Water Research*, 11, 673–679.
- Ihsanullah, Al-Khaldi, F. A., Abu-Sharkh, B., Abulkibash, A. M., Qureshi, M. I., Laoui, T., & Atieh, M. A. (2016). Effect of acid modification on adsorption of hexavalent chromium (Cr(VI)) from aqueous solution by activated carbon and carbon nanotubes. *Desalination and Water Treatment*, 57(16), 7232–7244. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1021847>
- Jung, C., Heo, J., Han, J., Her, N., Lee, S. J., Oh, J., ... Yoon, Y. (2013). Hexavalent chromium removal by various adsorbents: Powdered activated carbon, chitosan, and single/multi-walled carbon nanotubes. *Separation and Purification Technology*, 106, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.12.028>
- Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2016). Contextualization of Nature of Science Within the Socioscientific Issues Framework: A Review of Research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 139–152. <https://doi.org/10.18404/ijemst.270186>
- Khishfe, R. (2014). Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction in the Context of Socioscientific Issues: An effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974–1016. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.832004>
- Küçük, M. (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit-reflective teaching in a science, technology and society course. *Australian Journal of Teacher Education*, 33(2), 16–40. <https://doi.org/10.14221/ajte.2008v33n2.1>
- Kutluca, A. Y., & Aydın, A. (2017). Changes in Pre-service Science Teachers' Understandings After Being Involved in Explicit Nature of Science and Socioscientific Argumentation Processes. *Science and Education*, 26(6), 637–668. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9919-x>
- Lawson, A. E. (1982). The nature of advanced reasoning and science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(9), 743–760. <https://doi.org/10.1002/tea.3660190904>

- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Avoiding De-Natured Science: Activities that Promote Understandings of the Nature of Science. In I. I. of Technology (Ed.), *The Nature of Science in Science Education* (pp. 0–84). <https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5>
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S. W., Krajcik, J., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079–2113. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749546>
- Maina, M. (2020). Actividades de aprendizaje. Retrieved from Planificación de clases remotas en la UNAL website: http://red.unal.edu.co/cursos/dnia/un2020-02/actividades_de_aprendizaje.html
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2001). Instrumentos Y Métodos Para La Evaluación De Las Actitudes Relacionadas Con La Ciencia, La Tecnología Y La Sociedad. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(1), 15–27.
- Manassero–Mas, M. A., & Vazquez-Alonso, A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza de Las Ciencias*, Vol. 16(3), 3104-2 3104-14. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Manassero Mas, M. A., Vasquez Alonso, Á., & Acevedo Diaz, J. (2001). La evaluación de las actitudes CTS. *Organización de Estados Iberoamericanos*.
- McComas, W. F. (1998). *The Nature of Science in Science Education- Rationales and Strategies* (he Nature). https://doi.org/0-306-47215-5_2
- Moreno-Crespo, P., & Moreno-Fernández, O. (2015). Problemas socioambientales: Concepciones del profesorado en formación inicial. *Andamios*, 12(29), 73–96. <https://doi.org/10.29092/uacm.v12i29.20>
- Morrison, J. A., Raab, F., & Ingram, D. (2009). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384–403. <https://doi.org/10.1002/tea.20252>
- Murcia Hernández, M. A., & Ruiz López, M. A. (2017). *Secuencia de enseñanza-aprendizaje relacionada con el proceso de biorremediación de suelos contaminados con mercurio para el desarrollo actitudinal con enfoque CTS*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Niazi, L., Lashanizadegan, A., & Sharififard, H. (2018). Chestnut oak shells activated carbon: Preparation, characterization and application for Cr (VI) removal from dilute aqueous solutions. *Journal of Cleaner Production*, 185(Vi), 554–561. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.026>
- Owlad, M., Aroua, M. K., Daud, W. A. W., & Baroutian, S. (2009). Removal of hexavalent chromium-contaminated water and wastewater: A review. *Water, Air, and Soil Pollution*, 200(1–4), 59–77. <https://doi.org/10.1007/s11270-008-9893-7>
- Owlad, M., Aroua, M. K., & Wan Daud, W. M. A. (2010). Hexavalent chromium adsorption on impregnated palm shell activated carbon with polyethyleneimine. *Bioresource Technology*, 101(14), 5098–5103. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.135>
- Pakade, V. E., Tavengwa, N. T., & Madikizela, L. M. (2019). Recent advances in

- hexavalent chromium removal from aqueous solutions by adsorptive methods. *RSC Advances*, 9(45), 26142–26164. <https://doi.org/10.1039/c9ra05188k>
- Parga Lozano, D. L. (2016). El continuo de la formación del profesorado de ciencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (40), 1–12. <https://doi.org/10.17227/01203916.6144>
- Park, D., Yun, Y. S., Lee, H. W., & Park, J. M. (2008). Advanced kinetic model of the Cr(VI) removal by biomaterials at various pHs and temperatures. *Bioresource Technology*, 99(5), 1141–1147. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.02.025>
- Pérez, M., Martínez, J. M., & Torregrosa, R. (1995). Chromium(VI) removal with activated carbons. *Water Research*, 29(9), 2174–2180. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(95\)00035-J](https://doi.org/10.1016/0043-1354(95)00035-J)
- Perrich, J. R. (2018). Activated Carbon. In J. R. Perrich (Ed.), *Activated Carbon Adsorption for Wastewater Treatment* (., pp. 30–37). <https://doi.org/10.1201/9781351069465>
- Porlan Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(1), 175–185.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Ramos, L. R. (2007). Importancia y aplicaciones de la adsorción en fase líquida. *Sólidos Porosos, Preparación, Caracterización y Aplicaciones.*, (1), 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2007.12.007>
- Riley, J. P. (1979). Research papers: The influence of hands-on science process training on preservice teachers' acquisition of process skills and attitude toward science and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(5), 373–384. <https://doi.org/10.1002/tea.3660160502>
- Rodríguez-Estupiñán, P., Giraldo, L., & Moreno-Piraján, J. C. (2018). *Carbonaceous Porous Materials for the Adsorption of Heavy Metals: Chemical Characterization of Oxidized Activated Carbons*. 163–191. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92111-2_5
- Rodríguez Cepeda, R., Casas Mateus, J. A., & Martínez Cárdenas, D. E. (2020). Laboratorio de química bajo contexto: insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (47), 33–52. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11334>
- Rodriguez, F., & Silvestre, J. (2016). Activated Carbon and Adsorption. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*, (April 2015), 1–14. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.02289-x>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Sharma, M., Joshi, M., Nigam, S., Shree, S., Avasthi, D. K., Adelung, R., ... Kumar

- Mishra, Y. (2019). ZnO tetrapods and activated carbon based hybrid composite: Adsorbents for enhanced decontamination of hexavalent chromium from aqueous solution. *Chemical Engineering Journal*, 358, 540–551. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.10.031>
- Smithson, G., & Institute, B. M. C. L. (1971). Experimental Work. In Columbus (Ed.), *An Investigation of Techniques for Removal of Chromium from Electroplating Wastes* (pp. 25–29). Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=JzdzQUgLwYIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Solbes, J. (2019). Cuestiones socio-científicas y pensamiento crítico: Una propuesta para cuestionar las pseudociencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (46), 81–99. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10541>
- Sun, Y., Yue, Q., Gao, B., Gao, Y., Li, Q., & Wang, Y. (2013). Adsorption of hexavalent chromium on *Arundo donax* Linn activated carbon amine-crosslinked copolymer. *Chemical Engineering Journal*, 217, 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.11.121>
- Vasquez Alonso, Á., & Manaserro, A. (2019). La educación de ciencias en contexto : Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné Episteme Didaxis TED*, 46, 15–37.
- Vázquez-Alonso, A., & Manassero-Mas, M.-A. (2019). *An Alternative Conceptualization of the Nature of Science for Science and Technology Education*. 12, 18–24. Retrieved from <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/149882>
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero–Mas, M. A., & Benassar, A. (2013). *Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal*. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000300009>
- Vazquez-Alonso, A., Manassero–Mas, M., & Bennáassar-Roig, A. (2013). *Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje sobre la Naturaleza de la ciencia y la Tecnología* (pp. 41–48). pp. 41–48. Pa.
- Vazquez, A., Manassero–Mas, M. A., Acevedo, J. A., & Acevedo-Romero, P. (2006). El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre ciencia, tecnología y sociedad. *I Congreso de Ciencia, Tecnología Sociedad e Inovacion CTS+I*, (Junio), 5–8. México.
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (1997). Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. *Memoria de Investigación, 1995*.
- Vázquez Alonso, Á. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-Pluri/Versidad*, 14(2), 37–49.
- Vazquez Alonso, Á., & Manaserro Mas, M. A. (2015a). Una taxonomía para facilitar la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia y su integración en el desarrollo del currículo de ciencias. *Interacções*, 349(34), 312–349.
- Vazquez Alonso, Á., & Manaserro Mas, M. A. (2015b). Una taxonomía para facilitar la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia y su integración

- en el desarrollo del currículo de ciencias. *Interacções*, 11(34), 312–349.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero–Mas, M. A. (2012). *La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica*. 9(1), 32–53.
- Vázquez Alonso, Á., Manassero, M. A., & de Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Las Ciencias*, 9(February 2014), 333–352.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia : una revisión conceptual. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(3), 337–346. Retrieved from <http://ddd.uab.cat/record/22626>
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2012). Secuencias de enseñanza-aprendizaje CTS contextualizadas en química del proyecto EANCYT. *Educació Química EduQ*, 11, 32–39.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2014). Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia , Tecnología y Sociedad (COCTS). In *Unidades Didácticas del proyecto EANCYT*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4221.0242>
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2016). Un modelo formativo para mejorar las ideas de los profesores sobre temas de naturaleza de ciencia y tecnología. *Profesorado*, 20(2), 56–75.
- Vildósola, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria* (Universidad de Barceloan). Retrieved from https://www.tesisenred.net/documents/37/91/85/37918555582433638607987796666279325142/document_1.pdf
- Zenteno mendoza, B. E., & Garritz, A. (2010). Secuencias Dialógicas , La Dimensión Cts Y Asuntos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 7(1), 2–25.
- Zhao, N., Wei, N., Li, J., Qiao, Z., Cui, J., & He, F. (2005). Surface properties of chemically modified activated carbons for adsorption rate of Cr (VI). *Chemical Engineering Journal*, 115(1–2), 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2005.09.017>

Anexo 1

Instrumento de evaluación SEA

Secuencia de Enseñanza Aprendizaje “El curtido de pieles una actividad Ecoamigable”

⁹Maritza Angélica Murcia Hernández

¹⁰Diego Alexander Blanco Martínez

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realizará servirá de contribución al desarrollo del trabajo de grado titulado ELEMENTOS DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA QUE APORTAN AL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PARA LA PROMOCION ACTITUDINAL Y EL ESTABLECIMIENTO DE RELACIONES CTS DESDE EL PROCESO CURTIDO Y LA ADSORCION DE CROMO (VI), para optar por el título de Magister en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional; en este sentido, teniendo en cuenta el rol colaborador es importante para nosotros conocer algunos aspectos de su trayectoria académica, personal y profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias. Es importante resaltar que los datos allí consignados serán custodiados, de modo tal que al hacer referencia de dicha información se hará empleando nombres ficticios.

De antemano agradecemos su disposición y tiempo en este proceso.

DATOS DEL PROFESOR:

Nombres y apellidos	
Título de pregrado en	
Título(s) de posgrado en	
Programa en el que labora actualmente	
Institución educativa y/o universitaria	
Lugar de ubicación de la institución-sede-	
E-mail de contacto	

Experiencia docente

Años totales de experiencia profesional	
Años de experiencia docente	
Otro tipo de experiencia docente	

El presente instrumento tiene como objeto evaluar los aspectos metodológicos que constituyen la secuencia de enseñanza aprendizaje denominada: “El curtido de pieles una actividad Ecoamigable”, en ella se tratan las interrelaciones entre ciencia, tecnología y su influencia social, con el fin de generar en el estudiante actitudes informadas acerca de ¿cómo? ¿por qué? y ¿para qué? interactúan la ciencia, la tecnología y la sociedad, esto desde el abordaje de una problemática socioambiental sobre la cual se contextualiza el aprendizaje de aspectos de la fisicoquímica a partir del estudio del proceso de adsorción de cromo hexavalente sobre carbón activado.

⁹ Maestrante -Maestría en Docencia de la Química

¹⁰ Director de Trabajo de Grado

Para la evaluación del contenido de la secuencia se toma en consideración la clasificación de dimensiones y parámetros establecidos por Fernandes, Pires, & Villamañán (2014) en el instrumento que facilita la evaluación de materiales orientados hacia la enseñanza de contenidos CTS los cuales a partir de los diversos indicadores permiten evaluar los aspectos metodológicos mencionados anteriormente.

Con lo anterior se solicita de manera cordial, evalué de forma general de acuerdo con la descripción contenida en cada indicador el contenido de la secuencia de enseñanza aprendizaje empleando una escala de 1 a 5 donde 5 corresponde al cumplimiento total del indicador o 1 al no cumplimiento de este, se solicita justificar cada una de las asignaciones con el fin de conocer su apreciación de forma cualitativa. Al finalizar, encontrará una casilla en la cual puede consignar los comentarios finales acerca del material evaluado.

Dimensión	Parámetros	Indicadores	5 (Cumple)	1 (No cumple)	Justificación
Finalidades	Desarrollo de capacidades	a) Propone el desarrollo de procedimientos científicos tales como observar, inferir, clasificar, explicar, relacionar y argumentar			
		b) las actividades promueven la toma de una postura crítica y reflexiva frente a la resolución de las situaciones problemas planteadas			
	Desarrollo de actitudes y valores	a) Impulsa el desarrollo de conductas responsables y consientes tanto individuales como colectivas a la luz de la problemática seleccionada			
		b) Induce a la evaluación de las ideas, apreciaciones de los demás individuos acerca de las cuestiones problemáticas			
	Educación ciudadanía sostenibilidad y medio ambiente	a) Promueve el desarrollo de decisiones conscientes, informadas y argumentadas frente a las consecuencias de la acción humana en el ambiente .			
		b) Fomenta el compromiso del estudiante en cuestiones problemáticas actuales relacionadas con la ciudadanía, la sostenibilidad y la protección del ambiente			
Conocimientos	Relacionados con el enfoque de temas	a) Sugiere el enfoque contextualizado de temas actuales relacionados con los conocimientos previos de los estudiantes con su vida cotidiana			

		b) Propone discusión de temas científicos en función de su utilidad social			
	Influencia reciproca entre los avances científicos y tecnológicos con los cambios socioambientales	a) Pone de manifiesto las relaciones reciprocas entre la ciencia y la tecnología desde la perspectiva de los impactos sociales			
		b) Destaca los cambios en las condiciones de vida o laborales de las personas (hábitos estilo de vida, creación de nuevos recursos etc.) relacionadas con los avances tecnológicos a lo largo del tiempo.			
		c) Enfatiza en los impactos de la sociedad y el ambiente en los avances científicos-tecnológicos			
Procedimientos	Naturaleza y diversidad de actividades y estrategias de enseñanza	a) Incita al estudiante a utilizar diferentes recursos dentro del aula			
		b) propone la realización de actividades prácticas para explorar las relaciones CTS			
		c) involucra activamente al estudiante en actividades de debate, resolución de problemas, discusiones, indagación sobre cuestiones donde se manifieste la interacción CTS			
Comentarios finales:					

Gracias por su colaboración.

Anexo 2

Instrumento Pre-test

Nombre:

El presente instrumento tiene por objeto conocer las actitudes que poseen los estudiantes en relación con las diversas interacciones que presentan la ciencia, la tecnología y la sociedad desde el enfoque de la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

El instrumento se compone de 6 cuestiones cada una de ellas cuenta con una cuestión central a la cual se asocian varias opiniones que se identifican con letras mayúsculas, estas no constituyen una respuesta correcta a la cuestión, por el contrario, usted debe valorar a criterio personal empleando la escala de 1-9 su grado de acuerdo con cada una de las afirmaciones donde 1 corresponde a desacuerdo total y 9 el grado máximo de acuerdo frente a la misma. En caso de no contar con los elementos necesarios para valorar alguna afirmación puede emplear las letras E o S donde:

E: No entiendo la frase

S: No sé lo suficiente para valorar la frase

30111. ¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y éstas más que las punteadas; la ausencia de flecha, indica falta de relación)											S/E								
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.										Grado de acuerdo									
										Bajo			Medio			Alto			
A										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
B										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
C										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
D										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
F										1	2	3	4	5	6	7	8	9	
G										1	2	3	4	5	6	7	8	9	

40111. La mayoría de los científicos se preocupan de los posibles efectos posibles (tanto provechosos como perjudiciales) que pueden resultar de sus descubrimientos.										S/E								
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.									Grado de acuerdo									
Bajo			Medio			Alto												
A	Los científicos sólo buscan efectos beneficiosos cuando descubren cosas o cuando aplican sus descubrimientos.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	La mayoría de los científicos se preocupan por los efectos perjudiciales de sus descubrimientos, porque el objetivo de la ciencia es hacer nuestro mundo un lugar para vivir mejor. Por tanto, los científicos comprueban sus descubrimientos para prevenir que no ocurran efectos perjudiciales.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	Los científicos se preocupan de todos los efectos de sus experimentos porque el objetivo de la ciencia es hacer de nuestro mundo un lugar mejor para vivir. Preocuparse es una parte de lo que se hace en ciencia, porque ello ayuda a los científicos a comprender sus descubrimientos.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	Los científicos se preocupan, pero posiblemente no pueden saber todos los efectos a largo plazo de sus descubrimientos.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
E	Los científicos se preocupan pero tienen poco control sobre el mal uso que se pueda hacer de sus descubrimientos.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	Depende del campo de la ciencia. Por ejemplo, en medicina los científicos están muy preocupados; sin embargo, en energía nuclear o investigación militar, los científicos se preocupan menos.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	Los científicos pueden estar preocupados, pero eso no les detiene de hacer descubrimientos para su propia fama y fortuna o por el puro placer de descubrir.									1	2	3	4	5	6	7	8	9
H	Los científicos, realmente, no están preocupados de los efectos perjudiciales cuando hacen un descubrimiento.									1	2	3	4	5	6	7	8	9

40131. Los científicos deberían ser considerados responsables de informar sobre sus descubrimientos al público en general, de manera que el ciudadano medio pueda entenderlo.										S/E		
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.									Grado de acuerdo			
Bajo			Medio			Alto						

Los científicos deberían ser considerados responsables										
A	porque de otra manera los descubrimientos científicos son demasiado difíciles y complejos de entender para una persona media, y eso hace parecer que la ciencia progresa demasiado de prisa.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	porque los ciudadanos deberían conocer cómo se gasta el dinero público en la ciencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	porque los ciudadanos tienen derecho a saber lo que ocurre en su país. Deberían conocer los descubrimientos para mejorar sus propias vidas tomando conciencia de los beneficios de la ciencia y para estar informado de todas las opciones responsables que puedan afectar su futuro.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	porque los ciudadanos podrían estar interesados o tener curiosidad por conocer los nuevos descubrimientos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E	Los científicos deberían ser considerados responsables de informar sobre algunos descubrimientos (por ejemplo, los nuevos descubrimientos más significativos que pueden afectar a los ciudadanos), pero otros deberían mantenerse sin informar.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	Los científicos pueden intentar informar de sus descubrimientos, pero el ciudadano medio no lo entenderá o no estará interesado en ellos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	Los científicos NO deberían ser considerados responsables ya que, con frecuencia, a los ciudadanos no parece importarles. Los ciudadanos deben aprender suficiente ciencia como para entender los informes.	1	2	3	4	5	6	7	8	9

40411. La ciencia y la tecnología son una gran ayuda para resolver problemas sociales como la pobreza, el crimen, el desempleo, la superpoblación, la contaminación, o la amenaza de una guerra nuclear.										
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema		Grado de acuerdo								
		Bajo			Medio			Alto		
A	La ciencia y la tecnología ciertamente pueden ayudar a resolver esos problemas. Se podrían usar nuevas ideas de la ciencia y nuevos inventos de la tecnología.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B	La ciencia y la tecnología pueden ayudar a resolver algunos problemas sociales, pero no otros	1	2	3	4	5	6	7	8	9

C	La ciencia y la tecnología resuelven muchos problemas sociales, pero la ciencia y la tecnología causan muchos de esos problemas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	No es una cuestión de que la ciencia y la tecnología ayuden, sino más bien de cómo usarlas sabiamente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E	Es difícil ver como la ciencia la tecnología pueden ayudar mucho a resolver esos problemas sociales. los problemas sociales conciernen a una naturaleza humana; esos problemas no tienen nada que ver con la ciencia y la tecnología	1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	La ciencia y la tecnología lo único que hacen es empeorar los problemas sociales. Son el precio que pagamos por los avances en ciencia y tecnología	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G	Depende del tipo de problemas que se trate; en unos casos podrá resolverlos en otros no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9

40451. Tenemos que preocuparnos de los problemas de la contaminación que son insolubles hoy. La ciencia y la tecnología no tienen necesariamente que arreglar estos problemas en el futuro.											S/E		
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.											Grado de acuerdo		
											Bajo	Medio	Alto
La ciencia y la tecnología NO pueden arreglar tales problemas:													
A	porque son la causa de los problemas de contaminación. Más ciencia y tecnología traerán más problemas de contaminación.	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
B	porque los problemas de contaminación son hoy tan graves que ya están fuera de la capacidad de la ciencia y la tecnología para poder arreglarlos	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
C	porque los problemas de contaminación se están volviendo tan graves que muy pronto estarán fuera de la capacidad de la ciencia y la tecnología para poder arreglarlos	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
D	Nadie puede predecir lo que la ciencia y la tecnología serán capaces de arreglar en el futuro	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
E	La ciencia y la tecnología por si solas no pueden arreglar los problemas de contaminación. Es responsabilidad de todos. Lo ciudadanos deben insistir en que arreglar estos problemas deben tener una prioridad absoluta	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
F	La ciencia y la tecnología pueden arreglar tales problemas porque el éxito obtenido al solucionarlos en el pasado significa que también tendrán éxito en el futuro para resolver los problemas de contaminación.	1	2	3	4	5	6	7	8	9			

40711 La ciencia y la tecnología influyen en nuestro pensamiento diario por que nos proporcionan nuevas palabras e ideas.										S/E
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.										
Bajo			Medio			Alto				
A	Sí, porque cuanto más ciencia y tecnología se aprende, más crece el vocabulario, y por tanto, más información se puede aplicar a los problemas diarios.									
B	Sí, por que usamos los productos de la ciencia y la tecnología (por ejemplo, ordenadores, microondas, cuidado de la salud). Los nuevos productos añaden nuevas palabras a nuestro vocabulario y cambian nuestra forma de pensar sobre los asuntos diarios									
C	La ciencia y la tecnología influyen sobre nuestro pensamiento, PERO la influencia es principalmente aportando nuevas ideas, inventos, técnicas que amplían nuestro pensamiento.									
La ciencia y la tecnología son las influencias más poderosas en nuestra vida diaria, pero no a causa de palabras e ideas.										
D	Sino porque casi todo lo que hacemos y todo lo que nos rodea ha sido de alguna manera inventado por la ciencia y la tecnología									
E	Sino porque la ciencia y la tecnología han cambiado el estilo de vida									
F	No, porque nuestro pensamiento diario es influido principalmente por otras cosas. La ciencia y la tecnología solo influyen sobre unas pocas ideas									

Anexo 3

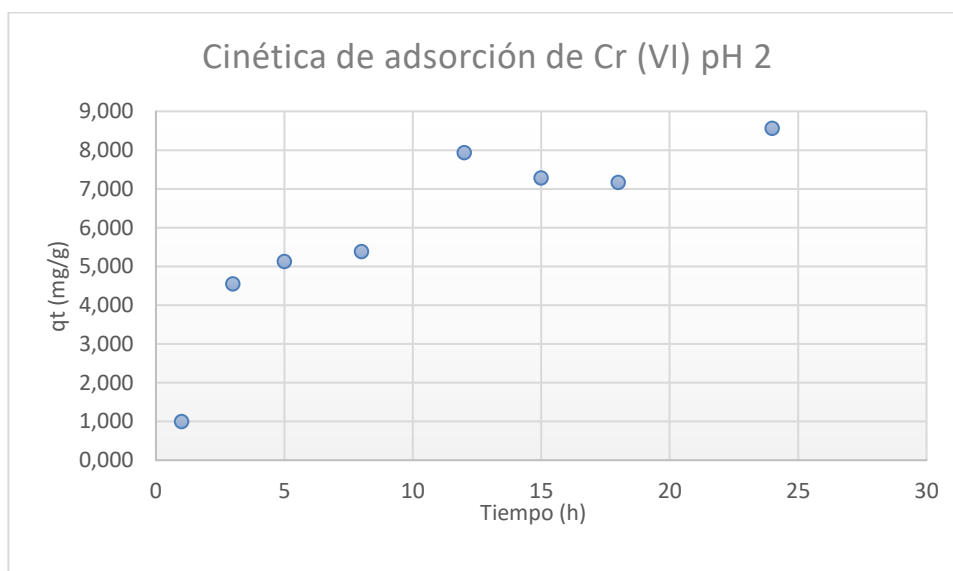
Análisis preliminares para la determinación de la cinética de adsorción de Cr (VI) sobre carbón activado comercial.

A continuación se presentan los datos obtenidos durante el desarrollo de la cinéticas de adsorción evaluadas a pH 2-3 valores que de acuerdo con la literatura favorecen las adsorciones máximas de cromo hexavalente

A partir de los datos experimentales representados en la gráfica se observa el alcance del tiempo de equilibrio para la cinética evaluada a pH 2 se presenta entre las 12 y 15 horas.

Tabla 16. Determinación de cinética de adsorción Cr (VI) a pH2 Fuente: elaboración propia

Determinación cinética adsorción de Cr ⁶⁺ patrón de 100ppm				
Tiempo (h)	pH 2		Masa de adsorbente (g)	Qt (mg/g)
	A	Concentración Ce(ppm)		
1	0,680	89,719	0,258	0,997
3	0,414	52,913	0,259	4,549
5	0,372	47,101	0,258	5,132
8	0,355	44,749	0,256	5,389
12	0,695	18,359	0,257	7,942
15	0,210	24,685	0,258	7,289
18	0,218	25,792	0,259	7,171
24	0,854	11,380	0,259	8,571

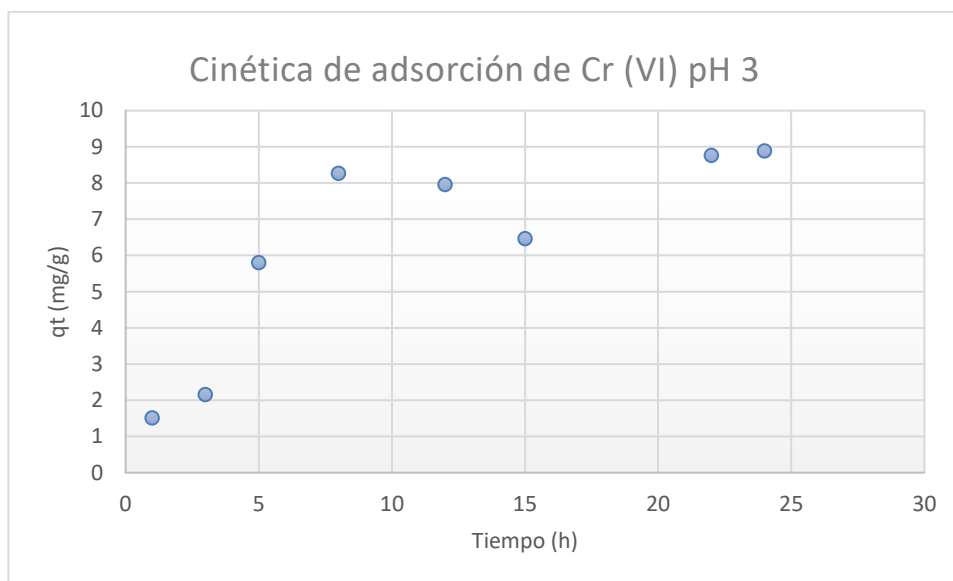


Gráfica 7. Cinética de adsorción Cr (VI) 100 ppm, pH 2 T.A Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la cinética de adsorción evaluada a pH 3 se evidencia que el tiempo de equilibrio ocurre entre las 8-12 horas

Tabla 17. Determinación de cinética de adsorción Cr (VI) a pH3 Fuente: elaboración propia

Determinación cinética adsorción de Cr ⁶⁺ patrón de 100ppm				
Tiempo (h)	pH3		Masa de adsorbente (g)	Qt (mg/g)
	A	Concentración Ce (ppm)		
1	0,644	84,738	0,252	1,514
3	0,595	77,958	0,255	2,162
5	0,329	41,151	0,254	5,801
8	0,135	14,307	0,259	8,265
12	0,671	17,695	0,259	7,957
15	0,272	33,264	0,258	6,467
22	0,763	10,120	0,256	8,767
24	0,595	7,796	0,260	8,883

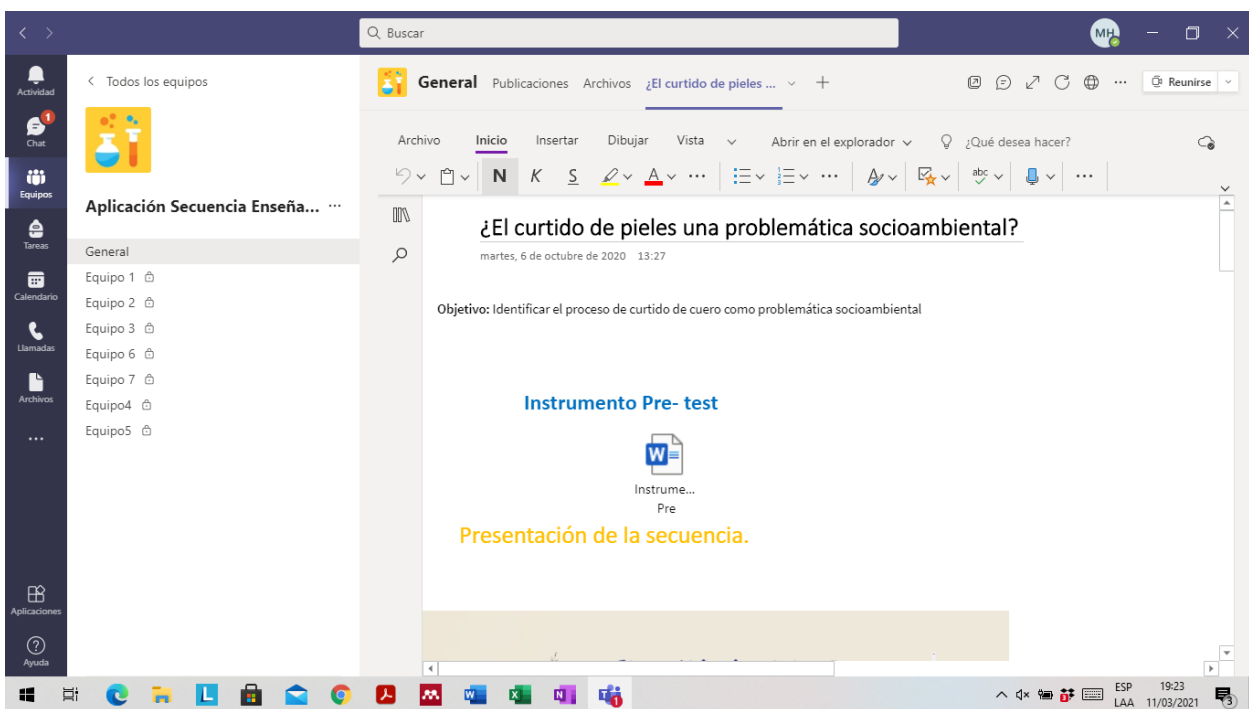
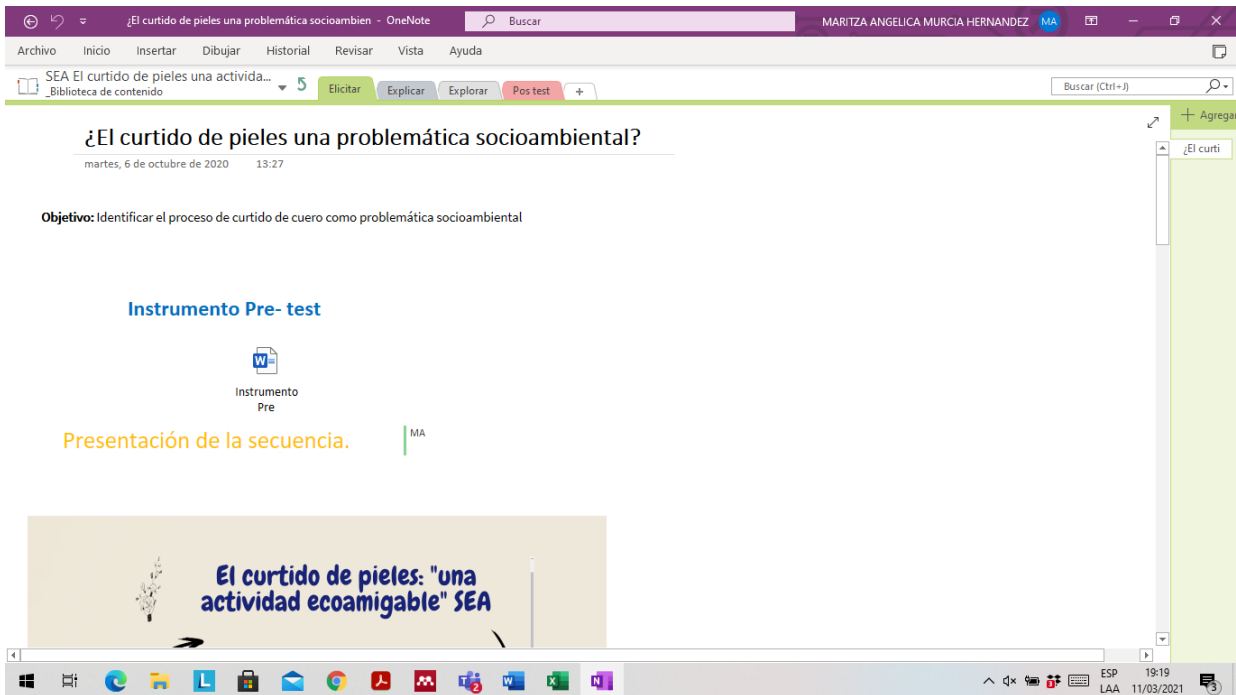


Gráfica 8. Cinética de adsorción Cr (VI) 100 ppm, pH 2 T.A Fuente: Elaboración propia

Una vez determinados los tiempos de equilibrio para cada uno de los pH seleccionados dentro de la metodología planeada para la realización del proceso de adsorción como análisis siguiente se pretendía evaluar las concentración para la determinación de las isothermas de adsorción y la consecuente determinación de los parámetros termodinámicos como la entalpia de adsorción y la entropía del proceso. Sin embargo debido a la aparición de la pandemia por Covid-19 no fue posible concluir el estudio de adsorción.

Anexo 4

Uso de herramientas multimediales Microsoft Teams y Microsoft OneNote



Anexo 5

Desempeños alcanzados pilotaje actividad 1

¿ El curtido de pieles una problemática socioambiental?				
Canal	Estudiante	Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico
1	1	5	0	0
	8	0	3	0
2	4	0	1	0
	17	3	0	0
3	2	0	0	0
	9	0	0	0
	13	0	3	0
4	11	5	0	0
	6	0	5	0
5	5	0	0	0
	7	0	1	0
6	3	0	1	0
	10	5	0	0
	16	0	0	0
7	12	0	3	0
	14	0	0	0
	15	0	1	0

Desempeños alcanzados pilotaje actividad 2

Propuestas solución problema				
Canal	Estudiante	Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico
1	1	0	3	0
	8	0	3	0
2	4	0	3	0
	17	3	0	0
3	2	0	0	0
	9	0	0	5
	13	0	3	0
4	11	5	0	5
	6	0	0	5
5	5	0	0	0
	7	0	0	0
6	3	0	0	0
	10	1	3	5
	16	1	3	5
7	12	0	3	0
	14	0	0	0
	15	0	3	0

Desempeños alcanzados pilotaje actividad 3

¿El conocimiento sobre ciencia y tecnología puede hacer la diferencia?				
Canal	Estudiante	Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico
1	1	5	3	5
	8	5	3	5
2	4	0	0	0
	17	0	0	0
3	2	5	3	0
	9	5	3	0
	13	5	3	0
4	11	5	5	3
	6	5	5	3
5	5	3	3	3
	7	3	3	3
6	3	0	1	5
	10	0	1	5
	16	0	1	5
7	12	5	3	3
	14	5	3	3
	15	5	3	3

Despeños alcanzados actividad 4

Artefactos científicos - Mitigación problemática				
Canal	Estudiantes	Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico
1	1	3	1	5
	8	3	1	5
2	4	3	3	3
	17	3	3	3
3	2	3	1	3
	9	3	1	3
	13	3	1	3
4	11	5	3	5
	6	5	3	5
5	5	3	3	3
	7	3	3	3
6	3	0	3	1
	10	0	3	1
	16	0	3	1
7	12	5	1	3
	14	5	1	3
	15	5	1	3

Desempeños alcanzados pilotaje actividad 5

Juego de roles: Las cortinas hacen parte de nuestros asuntos				
Canal	Estudiante	Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico	Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología	Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico
1	1	5	5	5
	8	5	5	5
2	4	5	3	5
	17	5	3	5
3	2	5	3	5
	9	5	0	5
	13	5	0	5
4	11	5	5	5
	6	5	5	5
5	5	5	0	5
	7	5	0	5
6	3	3	5	3
	10	5	5	5
	16	5	5	5
7	12	3	3	5
	14	3	3	5
	15	3	5	5

Anexo 7

Índices actitudinales medios por cuestión

Índices por categoría			
Pre-test		Post-test	
Categorías	Indices	Categorías	Indices
30111A	0,398	30111A	0,445
40111A	0,250	40111A	0,289
40131A	0,250	40131A	0,430
40411A	0,250	40411A	0,422
40451A	0,719	40451A	0,641
40711A	0,359	40711A	0,672
40111P	0,031	40111P	0,156
40131P	0,016	40131P	-0,109
40411P	-0,135	40411P	-0,115
40451P	0,094	40451P	0,073
40711P	0,078	40711P	-0,125
30111I	0,341	30111I	0,175
40111I	0,156	40111I	0,068
40131I	0,104	40131I	0,000
40411I	0,555	40411I	0,438
40451I	0,633	40451I	0,594
40711I	-0,547	40711I	-0,656

Índice medio actitudinal global

Cuestiones	Postest	Pretest	Diferencia
30111	0,207	0,246	-0,040
40111	0,171	0,146	0,025
40131	0,107	0,183	-0,076
40411	0,248	0,223	0,025
40451	0,436	0,482	-0,046
40711	-0,036	-0,036	0,000



Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje



El Curtido de Pieles una Actividad EcoAmigable

Maritza Angélica Murcia Hernández
Maestría en Docencia de la Química
Universidad Pedagógica Nacional
2020-II

El curtido de pieles una actividad Ecoamigable

Descripción

Maritza Angélica Murcia Hernández

La siguiente Secuencia de Enseñanza Aprendizaje SEA tiene por objeto el desarrollo de actitudes informadas hacia la ciencia a partir de la estructuración de metacimientos sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología desde la perspectiva de sociología externa de la ciencia y la tecnología, en específico la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad. Se emplea como contexto las diversas problemáticas socioambientales que surgen de la actividad industrial de las curtiembres debido al vertimiento de aguas residuales contaminadas con cromo hexavalente, metal pesado utilizado durante el curtido de pieles.

Como concepto estructurante se selecciona el proceso de adsorción sobre carbón activado como metodología de mitigación de la contaminación en la remoción del cromo de las aguas residuales, de modo que además de favorecer la promoción de las actitudes ya mencionadas, sea favorecido del mismo modo a comprensión de algunos parámetros y características del este proceso.

Relación con el currículo.

Las temáticas a abordar dentro de la SEA presentan una estrecha relación con los contenidos planteados por el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional para el programa de Pregrado de Licenciatura en el ambiente de formación disciplinar científico e investigativo, de modo tal que su aplicación puede llevarse a cabo en ciclo de fundamentación por lo que respecta a las interacciones moleculares (fuerzas intermoleculares) entre adsorbato y adsorbente, así como en el reconocimiento de la aplicación de los metales pesados en específico del cromo hexavalente en procesos industriales en mayor medida la secuencia propende por abordar conceptos propios de la fisicoquímica desde el estudio de los fenómenos de superficie.

Actitudes relacionadas

- Influencia mutua entre ciencia tecnología y sociedad
- Influencia simultanea de la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas sociales y ambientales
- Influencia de la educación científica- conocimiento social de la ciencia y la tecnología

Estructura SEA

Tabla 18. Estructura Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.

Etapa	Tiempo	Actividades (Alumnado y Profesorado)	Metodología Organización	Materiales/Recursos
Envolver	1 hora	<p>Introducción-Motivación Se realizan una serie de preguntas a relacionadas con la industria de curtido de cuero.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué son las curtiembres? • de curtido de pieles? • ¿Puede considerarse el curtido de pieles como una problemática ambiental? ¿Por qué? <p>Proyección de videos para contextualizar la problemática</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de transformación del cuero: • Contexto problemática curtiembres: 	Trabajo en grupo	Videos Preguntas
Extraer-Elicitar	2 horas	<p>Conceptos previos Interpretación del proceso de curtición del cuero Wet-Blue A partir de este se indaga sobre ideas previas acerca de: -Metales pesados -Técnicas de remoción o tratamiento a aguas con residuos crómicos</p>	Trabajo individual exposición de los hallazgos en cuanto a los metales pesados y técnicas de remoción	Cuadro procesos Pequeñas Exposiciones
	1 hora	<p>Actitudes previas Por medio de noticias se reflexiona acerca de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Utilidad y pertinencia de la tecnificación de los procesos de tratamiento de aguas residuales. -Responsabilidad compartida en cuanto a la carencia de tratamiento de aguas residuales -Relevancia del conocimiento científico para la tecnificación de los procesos de tratamiento de vertidos. 	Trabajo individual al iniciar la actividad Trabajo grupal en la consolidación de opiniones y su exposición en mesa redonda	Noticias
Explicar	Dos sesiones de 1 hora	<p>Previo Aproximación a la relación del proceso de adsorción con la problemática socioambiental Desarrollo de infografía</p>	Trabajo individual, lectura de infografía y	Infografía

			desarrollo de preguntas	
		<p>Conceptos Se aborda mediante presentación características básicas del proceso de adsorción en fase líquida, isothermas de adsorción y factores intervinientes en el proceso de adsorción.</p> <p>*Mediante el tratamiento de datos explica algunas características de un carbón empleado para la remoción de un metal pesado Haciendo uso de los modelos de isothermas</p>	Clases magistrales Trabajo grupal para el desarrollo de la actividad empleando Excel	
		<p>Actitudes Argumentación acerca de la incidencia del conocimiento científico y tecnológico en torno a la comparación del desarrollo de metodologías para el tratamiento de residuos en dos curtiembres distintas.</p>	Trabajo individual al iniciar, conformación de grupos para la consolidación de opiniones acerca de las cuestiones abordadas	Videos y actividad
Explorar	2 horas	<p>*Partir de los datos de adsorción de varios carbones y condiciones de adsorción el estudiante evalúa la pertinencia del proceso de adsorción -Desarrollo de un debate a partir de una noticia ficticia, juego de roles para expresar diversas opiniones sobre unos cuestionamientos establecidos.</p>	En grupos de trabajo Agrupación en cada uno de los roles, información previa de las características de cada rol	Actividad de lápiz y papel Noticia ficticia Perfil de cada rol código qr Caracterización argumentada de los roles
Elaborar – Extender	3 horas	<p>A partir de una noticia el estudiante realiza transferencia de sus conocimientos a una problemática de contaminación de afluentes hídricos debida a contaminantes emergentes. El estudiante debe hacer un análisis de la problemática y plantear desde la aplicación de la adsorción con carbón activado alternativas de solución a la problemática.</p>	Trabajo grupal	Noticia

Categorías Evaluativas para la promoción actitudinal.

Las actitudes hacia la naturaleza de la ciencia y la tecnología que se evalúan a lo largo de la secuencia de Enseñanza- Aprendizaje, corresponden a la clasificación de la sociología externa de la ciencia y la tecnología donde se reúnen las diversas relaciones sociales e institucionales de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta la taxonomía propuesta por Manassero–Mas & Vazquez-Alonso (2019) se selecciona como tema central la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad de la cual se abordan los subtemas presentados en la siguiente tabla.

Subtema	Influencia relacionada
Responsabilidad Social	Influencia Mutua
Resolución de problemas	Influencia Simultanea
Contribución al pensamiento social	Influencia de la educación científica

Tabla 19. Relación subtemas e influencias de la CyT en la sociedad Adaptado de: Vazquez Alonso & Manassero Mas (2015) & Manassero–Mas & Vazquez-Alonso (2019).

Se emplea como referencia la relación explícita de la tabla 1 entre los subtemas e influencias de la CyT en la sociedad para construir las categorías de evaluación para la progresión actitudinal:

Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico

Esta categoría se fundamenta en las cuestiones 40111 y 40131 del cuestionario COCTS en las cuales las actitudes y metaconocimientos se orientan hacia los efectos de la acción científica y tecnológica y su respectiva divulgación como una responsabilidad tanto de la CyT como de la sociedad.

Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología

En esta categoría se evalúa las actitudes y metaconocimientos generados a partir del reconocimiento de la influencia simultanea de la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas tanto sociales como ambientales, se fundamenta en las cuestiones 40411 y 40451.

Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico

La relación entre la contribución de la ciencia y la tecnología al conocimiento social es tenida en cuenta para la valoración de las actitudes y los metaconocimientos que el estudiante construya al respecto, de modo tal que el objetivo es identificar en qué medida la adquisición de conocimientos sobre ciencia y tecnología contribuyen a posturas informadas sobre la problemática objeto de trabajo.

Rubrica de evaluación

Categoría	Niveles de Desempeño		
	Alto	Medio	Bajo
Responsabilidad social del quehacer científico y tecnológico.	Las afirmaciones del estudiante señalan la responsabilidad compartida entre quienes trabajan en ciencia- tecnología (entidades ambientales, centros de investigación) y la sociedad (trabajadores de curtiembres, dueños y habitantes del sector); en cuanto a los problemas de contaminación. Quienes hacen CyT son responsables de reconocer e informar los efectos de procesos industriales y metodologías para la mitigación de la contaminación, por su parte la sociedad es responsable del uso de los artefactos científicos y tecnológicos.	Las afirmaciones del estudiante orientan la responsabilidad social a quienes producen conocimiento científico y tecnológico (entidades ambientales, centros de investigación) puesto que esto favorece el control de sus acciones siempre y cuando los efectos sean de interés para el propio campo. La sociedad (trabajadores de curtiembres, dueños y habitantes del sector) puede estar interesada en los productos científicos, sin embargo no puede compartir responsabilidad sobre el quehacer científico debido a que los temas científicos pueden resultar complejos.	En las reflexiones el estudiante afirma que los científicos (entidades ambientales, centros de investigación) en su quehacer no son responsables socialmente dado que no se ocupan de los efectos de sus productos o no se les puede atribuir responsabilidad alguna por que se aseguran de que estos sean 100% confiables. Adicionalmente no pueden ser responsables sobre el grado de información de la sociedad en los efectos de sus hallazgos y dispositivos dado que no cuentan con los conocimientos necesarios para entenderlo
Acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología.	La opinión del estudiante ante la resolución de problemas desde la perspectiva de los productos de ciencia y tecnología identifica la influencia de la CyT, por cuanto permiten simultáneamente la solución de algunos problemas sociales como el desempleo y ambientales como la contaminación evidente en las curtiembres. En la opinión el estudiante manifiesta que en la solución de los problemas está involucrada la sociedad en el trabajo colectivo a partir de la preocupación por el uso de los recursos de la ciencia y la tecnología.	El estudiante opina que el empleo de artefactos de la ciencia y la tecnología permite con su uso consciente a la resolución de algunos problemas asociados a la actividad del curtido de pieles, la opinión puede ser ambivalente en cuanto afirma que la ciencia y la tecnología independiente del problema pueden solucionarlo empeorarlo o, encuentra limitaciones en la solución de problemas	Las opiniones del estudiante están orientadas a afirmar que: la ciencia por el tipo de conocimiento sobre el cual se estructura , el cual presenta poca asociación con la actividad artesanal de las curtiembres no tiene injerencia en la solución de problemas sociales , el avance de la ciencia o tecnificación de los procesos de curtido empeora los problemas sociales y ocasiona problemas insolubles de contaminación
Utilidad social del conocimiento científico y tecnológico	Las afirmaciones y reflexiones de los estudiantes son explícitas en cuanto al reconocimiento de la influencia de la ciencia y la tecnología en el cambio de los pensamientos e incluso estilos de vida o trabajo , cuando de manera consciente se articulan elementos científicos y tecnológicos a la producción de pieles curtidas	El estudiante expresa en sus afirmaciones que el uso de nuevos artefactos y técnicas se relaciona con la ampliación o no del pensamiento de quienes hacen uso de ellos (científicos, trabajadores de curtiembres, dueños de curtiembres y operadores ambientales), por la influencia que tienen en la cotidianidad propia de cada individuo.	En las opiniones del estudiante es suficiente el conocimiento de vocabulario de ciencia para la comprensión de fenómenos y problemas derivados del curtido de pieles , en los cuales la ciencia y la tecnología desempeñan roles por parte de los ciudadanos del común como operarios de curtiembres, habitantes del sector dueños de curtiembres.

¿ El curtido de pieles una problemática socioambiental?

Objetivo: Identificar el proceso de curtido de cuero como problemática socioambiental

Introducción-Motivación

En grupos responda las preguntas que aparecen a continuación

- ¿Qué son las curtiembres?
- ¿Qué sustancias químicas se emplean en los procesos de curtido de pieles?
- ¿Puede considerarse el curtido de pieles como una problemática socioambiental? ¿Por qué?

Observe los siguientes videos

- Proceso de transformación del cuero: <https://www.youtube.com/watch?v=c4nanOgmu0Q>
- <https://www.youtube.com/watch?v=45D2wiEMO58>
- Contexto problemática curtiembres: <https://www.youtube.com/watch?v=c4nanOgmu0Q>

Teniendo en cuenta las preguntas abordadas en la primera sección y complementando sus respuestas con la información relatada en los videos determine y explique **¿por qué el proceso de curtido de pieles puede considerarse o no como una problemática socioambiental?** para ello puede apoyarse en la siguiente información.

Para Orellana 1998, Aledo y Domínguez 2001 citados en (Moreno & Moreno, 2015) las problemáticas socioambientales están relacionadas con el desgaste que experimentan los recursos ambientales producto de las acciones humanas y de cómo estas cuestiones afectan a una comunidad en específico producto del impacto que se generan de determinados proyectos.

De este modo una problemática socioambiental se caracteriza por:

- *Presentar una incidencia local o global*
- *Ser compleja y controvertida*
- *Presentar más de un tipo de solución*
- *Permitir la investigación y la reflexión*

Cromo Hexavalente en el curtido de cueros tipo Wet Blue

Objetivo: Reconocer contaminantes químicos generados en la preparación de cueros Wet-Blue

En el siguiente diagrama de proceso se identifican tanto compuestos como algunos residuos químicos generados en cada etapa durante el curtido de cuero Wet Blue.

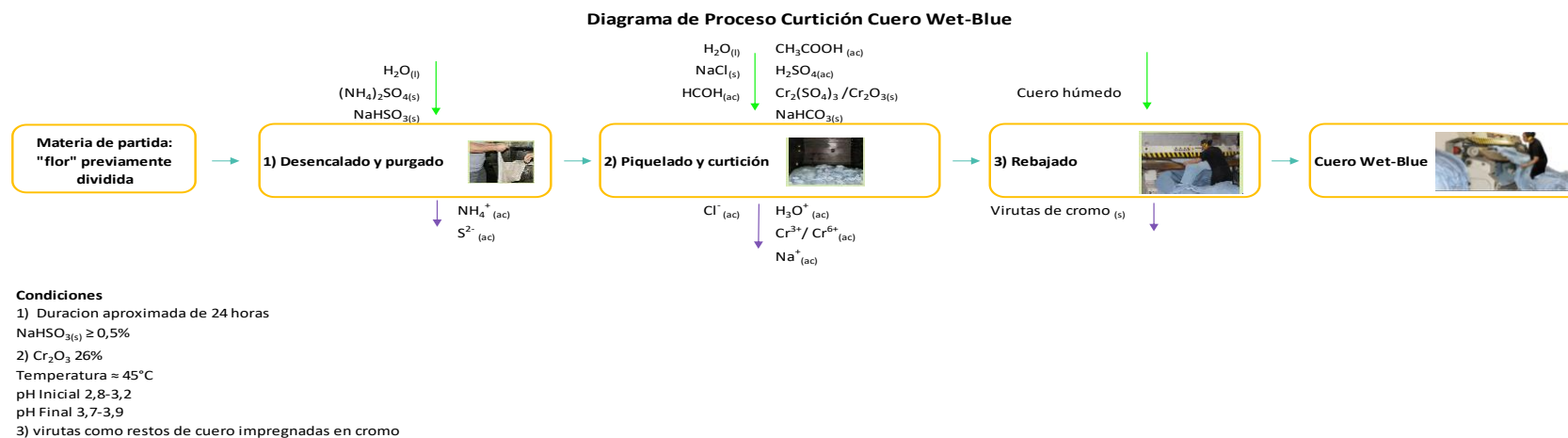


Ilustración 3. Diagrama de procesos construido a partir de: SDA (2017)

Realice las siguientes actividades apoyándose en el diagrama de procesos

- Identifique los compuestos y residuos que resultan mayormente peligrosos y pueden ser considerados como contaminantes potenciales.
- ¿Qué peligros representan los residuos de iones de metales pesados producidos en la fase curtición para la salud humana? ¿Cuál es su incidencia en el medio ambiente?
- Teniendo en cuenta los pH a los cuales se desarrolla el proceso justifique empleando un diagrama de distribución de especies ¿cuál de los cationes cromo puede encontrarse con mayor certeza? ¿Cómo esta información le ayuda a reconocer la acción contaminante?
- ¿Cuál es la disposición final o tratamiento que se aplica a los residuos crómicos? ¿Conoce si el proceso para la remoción de cromo requiere de tecnificación avanzada?

Alternativas de solución y mitigación para una problemática

Objetivo: Manifestar puntos de vista acerca del tratamiento de residuos derivados del proceso de curtido de pieles.

- 1) Lea con detenimiento los siguientes fragmentos de noticias acerca de la problemática de contaminación de las curtiembres y el manejo de residuos.

Los trabajadores del cuero que le apuestan al resurgir del río Bogotá.

*Revista Semana Sostenible por John Barrios 27//10/2017 recuperado de :
<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/rio-bogota-curtidores-de-villapinzon-y-choconta-dejaron-de-contaminar/39611>*

(...)Hoy en día, Villapinzón y Chocontá albergan 120 curtiembres, cifra que los convierte en la segunda zona con mayor producción de cuero en el país, después del barrio San Benito en Bogotá, donde se concentran cerca de 300.

Pero esta actividad se ha convertido en un dolor de cabeza para la calidad ambiental del río Bogotá, que nace a 11 kilómetros del casco urbano de Villapinzón, en el páramo de Guacheneque.

“Las aguas del río Bogotá bajan puras y cristalinas desde el páramo. Al ingresar a Villapinzón se contaminan con aguas residuales y los químicos de las curtiembres, razón por la cual su índice de calidad pasa de tipo 1 (muy bueno) a 3 (regular)”, aseguró Nicolay Agudelo, ingeniero químico de la Corporación Autónoma Regional.

(...) Emeramo Ruiz Castiblanco, un hombre de 54 años nacido en Villapinzón, es dueño de la curtiembre El Escorpión, otro de los 22 establecimientos que ya no le hacen daño al río Bogotá. Este padre de dos hijos empezó su relación con el cuero hace más de 30 años, cuando decidió poner su negocio cerca de las orillas del río Bogotá.

“No realizaba ningún tipo de tratamiento a los vertimientos. Por eso, en 2003, la CAR me impuso el cierre definitivo, pero me dio la oportunidad de reubicarme si me trasladaba a un predio lejos del Bogotá”, relata Emeramo.

Y así lo hizo. Decidió invertir \$120 millones para comprar un nuevo predio de 3.200 metros cuadrados lejos del río, además de \$180 millones para poner a funcionar una planta de tratamiento

En un bombo giratorio con agua, cromo y ácidos térmicos, los cueros se curten por 24 horas. Allí pierden el pelo y adquieren el color azul del cromo.



Todos los líquidos del proceso fluyen hacia a la planta de tratamiento”. Luego, las pieles son apiladas por cuatro días mientras se secan. Cada lonja es cortada en dos antes de ingresar a la máquina escurridora, que elimina todo rastro de líquido.

“En la máquina rebajadora limamos el cuero al tamaño de cada producto: 14 y 15 milímetros para maletas y calzado, 20 y 18 para correas y 0 y 7 para chaquetas. Posteriormente ingresan a otro bombo con cromo y grasas, proceso que se llama recurtido. El material es colgado por ocho días para que se seque”.

“Toda el agua sucia que sale de los procesos es transportada por canales a cuatro piscinas de cemento con trampas de grasa: una para el sulfuro, otra para el cromo, otra para el desencallado y otra para el remojo. Los vertimientos son tratados en la planta: 50 por ciento es reutilizado en la curtiembre y el restante sale al río Bogotá con los parámetros adecuados”, explica (...)

Curtiembres le apuestan al cuidado ambiental

Carlos Andrey Patiño, Unimedios recuperado de:

<http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/114/14.html>

Durante décadas, los curtidores de cuero de la cuenca alta del río Bogotá, en Villapinzón y Chocontá, han sido señalados por contaminar el cauce. Esto comenzó a cambiar con el trabajo conjunto de diversas instituciones y, actualmente, con el apoyo del IDEA de la Universidad Nacional de Colombia. Los estudios evidencian que la carga contaminante se puede disminuir hasta el 50%, si hay compromisos serios. (...)

Evidalia Fernández de Torres es ama de casa, curte cuero y, sin proponérselo, desde hace unos años lidera entre su comunidad la recuperación de la cuenca alta del río Bogotá, en Villapinzón (Cundinamarca). Se crio en las curtiembres, es nieta e hija de curtidores, su esposo e hijos están en el negocio. Fue testigo del deterioro del río y ahora hace parte de las 12 familias reunidas en un plan piloto de producción limpia de cueros, en esa zona del país.

En este plan está involucrado el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), de la Universidad Nacional de Colombia, que se comprometió a desarrollar una investigación para apoyar la descontaminación del río Bogotá, basada en estrategias de producción limpia. El proyecto se desarrolla, desde el 2006, con recursos del proyecto internacional Switch, siglas en inglés para “Manejo Sostenible del Agua en las Ciudades del Mañana”, del IHE de Holanda, en el marco del sexto programa marco de la Unión Europea.

La primera fase del proyecto ya se cumplió con seis industrias curtidoras. Hasta el momento, los estudios evidencian que la carga de contaminación que recibe

el río Bogotá puede disminuir hasta 50%, a esa altura del recorrido. Para esto, las familias tienen que poner voluntad, dinero y paciencia, una combinación que no es fácil de lograr (...)

Multiplicar

Tania Santos, coordinadora técnica del Programa Switch–UNAL, explica que tradicionalmente los curtidores han utilizado grandes volúmenes de agua para el lavado del cuero en los bombos (tanques) de madera y para todo el proceso de curtido. Al agua se le agrega, entre otros químicos, el sulfuro (para quitarle el pelo al cuero) y el cromo (para convertir la piel en material resistente a la putrefacción y permitir su uso posterior). Después, el líquido es descargado al río sin tratamiento.

Retomando experiencias de otras regiones del país y del mundo, en Villapinzón las empresas comenzaron a recircular el agua de los diferentes subprocesos del curtido y a aplicar otra serie de prácticas de producción limpia para disminuir la carga contaminante y el volumen de agua por tratar. Esto permite disminuir los costos tanto en la producción como en el tratamiento.

Evidalia y Claudia Patricia hablan con propiedad cuando explican la tecnología que instalan gradualmente en sus curtiembres: recirculación del agua, agotamiento del cromo, filtros de limpieza... Se pretende que ellas, sus familias y trabajadores sean los multiplicadores de estos conceptos entre los demás empresarios de las curtiembres, que en esa zona se calcula en unos 150, incluido el municipio de Chocontá.

Esta suma de esfuerzos pretende reducir la carga contaminante en 95% en cromo, 96% en sulfuros, 70% en cargas orgánicas al río y 50% en el volumen de agua por tratar. Además, el objetivo es disminuir los residuos sólidos que iban al relleno sanitario o al río, como también fortalecer a los curtidores para que sean más competitivos y productivos, mejoren la calidad de sus productos y contribuyan al mejoramiento del río Bogotá.

Una vez realizadas las lecturas, desarrolle las siguientes preguntas:

-¿En qué medida es pertinente y útil el apoyo que entidades o instituciones brindan a los artesanos para la tecnificación de los procesos realizados sobre el vertimiento de residuos?

-¿Debería existir una responsabilidad compartida entre quienes desarrollan actividades de curtido, las autoridades ambientales y quienes desarrollan investigación científica en el tema?
Argumente

¿Cuál es el rol que ocupa el conocimiento científico en cuanto a la optimización y el desarrollo de cambios que deben realizarse en los procesos de tecnificación para la disposición de residuos químicos?

-¿Considera usted que las acciones de mejora deberían ser patrocinadas de alguna manera mediante capacitaciones, suministro de insumos ecológicos, asesorías en el proceso de tecnificación para la adaptación de plantas de tratamiento ?

Realice una reflexión en la cual se evidencie su opinión acerca de las consecuencias (negativas o positivas) que se derivan de las acciones científicas y tecnológicas inmersas tanto en el proceso de curtición como en las alternativas para la disminución de la contaminación generada por estas industrias.

El proceso de adsorción de cromo y su relación con la problemática de las curtiembres

Objetivo: Extraer elementos conceptuales que relacionan la problemática socioambiental con la adsorción como una alternativa de solución.

Observe y lea detenidamente la infografía haciendo clic en la imagen, una vez realizada la lectura deténgase en las palabras resaltadas, desarrolle una red conceptual a partir de la cual pueda definir las y evidenciar las posibles relaciones entre los conceptos.



1) Responda las siguientes preguntas:

¿Qué utilidad representaría para las personas que no laboran en las curtiembres pero que habitan en la zona reconocer el significado de las palabras resaltadas? ¿considera usted que estos conceptos serían útiles para que generen un mayor grado de información acerca de la problemática? ¿por qué?

En el mercado una bolsa de 1 kg de carbón activado tiene un costo aproximado de 15.000 COP, para la adsorción de cromo hexavalente en soluciones de 25mL de dicromato de potasio de concentración aproximada de 100 ppm se emplearon 0,259 g de carbón activado granular. Teniendo en cuenta esta información según su punto de vista ¿En qué medida, esta tecnología constituiría una alternativa viable para la remoción de cromo en las aguas residuales?

¿Cuáles son aquellos conceptos involucrados en el proceso de adsorción que a su consideración deberían ser conocidos por los artesanos para emplear el carbón activado como metodología para la descontaminación de las aguas residuales contaminadas con cromo?

Si la conceptualización acerca del empleo de sólidos porosos en la remoción de cromo hexavalente y en el reconocimiento de la potencialidad de la problemática socioambiental, hace parte de las debilidades conceptuales presentes en artesanos y habitantes del sector ¿quién o quiénes serían los responsables de sobre el grado de desinformación?

¿Cuál carbón activado resultaría conveniente?

Objetivo: Comprender algunas características del proceso de adsorción a partir de los modelos de isothermas de adsorción.

Contextualización

Dentro de los modelos de isothermas de adsorción el valor que adoptan los parámetros dentro de cada modelo permite identificar características no muy específicas del proceso como la favorabilidad del proceso de adsorción, algunas características energéticas de la superficie y la afinidad del adsorbente por el adsorbato.

En el caso de la isoterma de Langmuir se tiene los siguientes parámetros

q_{max} : relaciona la máxima cantidad de adsorbato adsorbida sobre la superficie del adsorbente en condiciones de equilibrio

K_L : constante relacionada con la energía presente en la interacción adsorbato adsorbente, representa la afinidad del adsorbato con el adsorbente

¡Importante!

Si K_L tiene valores entre 0 -1 se considera favorable el proceso de adsorción

Para la isoterma de Freundlich se tienen los siguientes parámetros.

K_f : constante que representa la capacidad máxima de adsorción

$1/n$: relaciona la intensidad de la adsorción

¡Importante!

Mayores valores de $1/n$ indican favorabilidad sobre el proceso de adsorción sin embargo $1/n$ debe ser inferior a 1

Análisis de caso- elección de alternativa de solución

La curtiembre “El Sentir de Una Buena Piel” ubicada en el sector de Villa Pinzón fue inspeccionada el día 13 de abril del 2020 por ingenieros ambientales y tecnólogos en control ambiental quienes laboran en la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. El objetivo de la visita no era otro que verificar el cumplimiento de la resolución 631 de 2015. A partir del muestreo y de análisis de variables tales como pH temperatura y concentración de Cr^{6+} se evidenció incumplimiento sobre las características fisicoquímicas de los vertimientos los cuales se presentan a continuación.

Parámetro Físicoquímico	Fechas de monitoreo y control		
	13/04/2020	13/05/2020	13/06/2020
Temperatura (°C)	17,4	17,8	16
pH	4,0	3,5	3,2
Cr^{6+} [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$]	0,80	1,17	0,99

Tabla 20. Parámetros fisicoquímicos determinados durante la inspección. datos tomados de los estudios realizados por: Barba-Ho, Ballesteros, Patiño, & Ramírez (2013) Ortiz & Carmona, (2015)

Asuma que usted ha sido contratado por el dueño de la curtiembre con el fin de recibir de su parte una asesoría acerca del tipo de material que puede empleado para la descontaminación de sus vertimientos, dado que le han comentado que la adsorción puede ser una metodología viable.

El material disponible para formular el proceso de adsorción es carbón activado obtenido de dos precursores diferentes

Carbón 1 : Fabricado a partir de virutas de *Leucaena leucocephala*.

Carbón 2: Fabricado a partir de desechos de Eucalipto

En los Anexos 1 y 2 encontrará algunas características físico químicas de cada carbón y los datos de la adsorción de cromo hexavalente en agua donde fueron empleados los dos carbones, a partir de estos o de las gráficas presentadas por los investigadores realice el siguiente análisis sobre los datos:

- ✓ Describa y justifique que modelo de isotermas de adsorción ajusta mejor los datos de adsorción.
- ✓ Mencione algunas característica de la energía de la superficie basado en el modelo de isotermas de mejor ajuste.
- ✓ Determine la relación entre los parámetros de equilibrio, características físico químicas de la superficie (pH_{PZC}) y el desarrollo del proceso de adsorción cuando se modifican variables en la solución como el pH.
- ✓ Mencione en cada caso cual sería el pH en el cual se favorece el proceso de adsorción e identifique si en este valor o intervalo de pH se favorece la adsorción de iones o cationes (tenga en cuenta el tipo de especie Cr^{6+} presente).

Nota: El desarrollo de cada uno de los ítems pedidos en el análisis de los datos le permitirá tomar una decisión fundamentada sobre el tipo carbón conveniente para la solución del caso planteado al inicio de la actividad.

Carbón Activado No.1

El carbón activado es preparado por Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016) quienes emplean como material precursor virutas de *Leucaena leucocephala* obtenidas de la industria maderera. Tal material de acuerdo con los autores hace parte de los residuos generados en tal industria por lo cual su empleo resulta conveniente en la construcción de un carbón activado a partir del cual desarrollan el proceso de adsorción de Cromo Hexavalente.

Se reporta como pH de punto de carga cero 5,24 a partir de la siguiente gráfica.

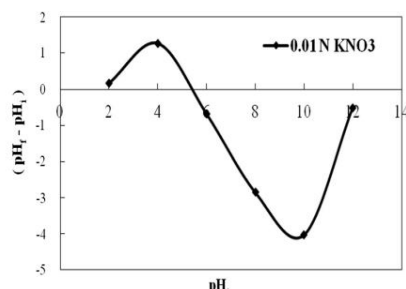


Ilustración 4. Determinación del pH punto de carga cero del carbón activado. fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).

En las variables estudiadas para el proceso de adsorción los autores mediante la preparación de soluciones de 100 mgL⁻¹ de Cr⁶⁺ las cuales fueron puestas en contacto con 300 mg de CA en un tiempo de equilibrio de 1hora cada una de las soluciones se prepararon de forma tal que cada una tuviera el pH constante en un intervalo de 2-12. Alcanzado el tiempo de equilibrio, los datos obtenidos y los resultados del proceso de adsorción se evidencian en la siguiente gráfica.

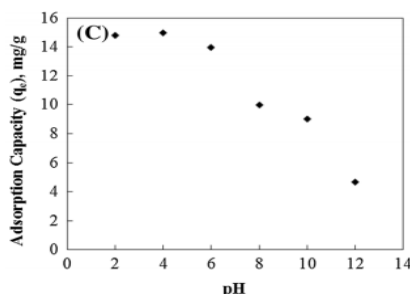


Ilustración 5. Evaluación del efecto del pH en la adsorción de Cr6+ fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).

Al construir las isotermas de adsorción, a partir de la linealización de los modelos¹¹ se calcularon los siguientes parámetros para el proceso de adsorción realizado a diferentes temperaturas.

Table 4 Sorption isotherm parameters and sum of square error

Isotherms	Parameters	Temperature (K)					Sum of square error at 303 K
		283	293	303	313	323	
Langmuir	K_L (L mg ⁻¹)	0.010	0.009	0.008	0.007	0.006	48.67
	q_m (mg g ⁻¹)	111	125	125	143	143	
	R^2	0.994	0.997	0.989	0.979	0.956	
Freundlich	K_F (L mg ⁻¹)	1.95	1.89	2.05	2.02	2.21	39.18
	n	1.45	1.40	1.39	1.39	1.40	

Ilustración 6. Parámetros de las isotermas de adsorción de Cr 6+ fuente: Malwade, Lataye, Mhaisalkar, Kurwadkar, & Ramirez (2016).

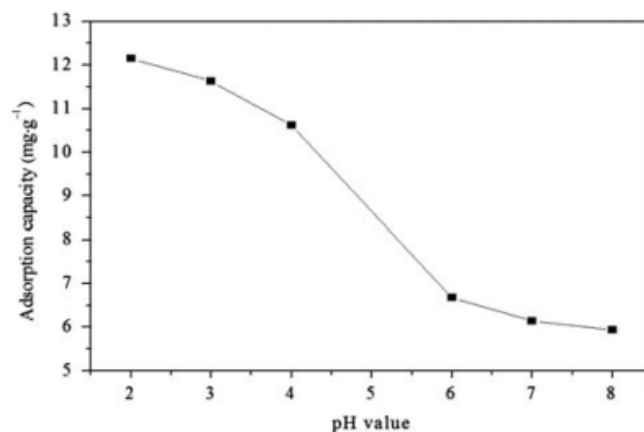
¹¹ Para la pertinencia conceptual de la presente SEA se abordan únicamente los modelos de Freundlich y Langmuir

Carbón activado No. 2

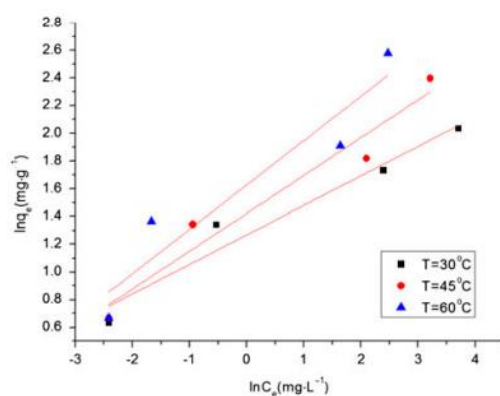
El carbón activado es preparado en la investigación realizada por Chen, Zhao, Li, & Tong (2016) a partir de desperdicios de eucalipto, materia prima provechosa para la fabricación de carbones activados que facilitan la adsorción de Cr^{6+} .

Si bien la investigación no reporta el pH en el punto de carga cero, describe que en el análisis IR se identificaron grupos carbonilos e hidroxilos en la superficie.

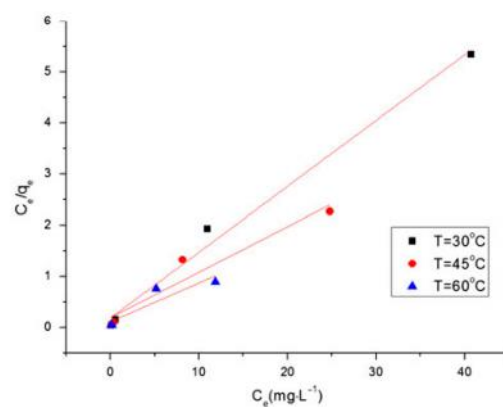
Analizaron la influencia del pH de la solución en la adsorción de cromo hexavalente, las soluciones con pH constante de 2 a 8, los resultados obtenidos son presentados en la siguiente gráfica.



Para la construcción de las isotermas de adsorción se emplearon soluciones de concentración de 10, 20, 40, 80 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de Cr^{6+} en agitación constante durante dos horas empleando 0,1 g de adsorbente. Las siguientes gráficas y sus respectivas ecuaciones de la recta facilitan el cálculo de los parámetros que componen los modelos de Langmuir y Freundlich.



Freundlich equation
 $\ln q_e = 1.2672 + 0.2125 \ln C_e$ (30°C)
 $\ln q_e = 1.4226 + 0.2728 \ln C_e$ (45°C)
 $\ln q_e = 1.6272 + 0.3199 \ln C_e$ (60°C)



Langmuir equation
 $C_e/q_e = 0.1839 + 0.1288 C_e$ (30°C)
 $C_e/q_e = 0.1951 + 0.08877 C_e$ (45°C)
 $C_e/q_e = 0.1111 + 0.07599 C_e$ (60°C)

La adsorción y el carbón activado respecto a otros metales pesados.

Objetivo: Reconocer la utilidad de los modelos de isoterma de adsorción mediante el tratamiento de datos.

1. A continuación se presenta los datos obtenidos en la investigación realizada por Miranda Ramos, (2012) en la que se evalúa la adsorción de plomo (II) presente en agua empleando como material primario para el carbón cascara de Tuna.

A partir de los datos experimentales en el equilibrio del proceso realice la construcción de las isotermas de adsorción empleando el modelo de Langmuir y de Freundlich, determine:

- a) Cada uno de los parámetros del modelo
- b) Empleando el coeficiente de correlación establezca el modelo que mejor representa los datos.
- c) Elabore una breve predicción acerca del tipo de las capas formadas y las características respecto al calor de adsorción en la superficie

Datos Experimentales:

Una vez realizados los experimentos cinéticos se estableció como tiempo de equilibrio 3h, estimado el tiempo se lleva a cabo diferentes procesos de adsorción en la que se preparan 50 mL de 4 soluciones de distinta concentración de ion Pb^{2+} a cada una de ellas ajustadas a un pH 6. Para llevar a cabo el proceso a cada frasco se adiciono una masa de adsorbente correspondiente a 0,05g.

Condiciones experimentales:

- ✓ pH 6
- ✓ Agitación: 200 rpm
- ✓ Temperatura: 25°C

Una vez cumplido el tiempo de contacto, cada una de las muestras se filtra empleando papel filtro cualitativo y la cuantificación de iones Pb^{2+} presentes en la solución se realizo mediante la técnica de Absorción Atómica. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla

No.	C_o (mg·L ⁻¹)	C_e (mg·L ⁻¹)	q_e (mg/g)
1	33,68	0,57	32,908
2	67,35	2,92	62,071
3	101,03	7,89	91,130
4	134,70	21,8	111,122

Tabla 21. Datos de equilibrio de adsorción de Pb^{2+} Fuente: Miranda Ramos, (2012)

¿El conocimiento sobre ciencia y tecnología puede hacer la diferencia?

Objetivo: Analizar las diferencias entre los dos sistemas de tratamiento de aguas residuales provenientes del curtido de pieles desde la influencia de los conocimientos científicos y tecnológicos.

A modo de comparación se presenta a continuación mediante video un paralelo entre los avances en la disposición de algunos residuos contaminantes producidos por la industria de curtiembres ubicadas en el Barrio San Benito de la ciudad de Bogotá y la denominada “Primer Curtiembre eco-amigable del país” ubicada en el municipio de Amagá Antioquia.

Avances en la disposición de residuos y plantas de tratamiento curtiembres San Benito	Características de la “Primer Curtiembre eco-amigable del país”
https://www.youtube.com/watch?v=L31aQEemfNM&t=160s	https://www.youtube.com/watch?v=vYTk_ZVmRcE
	https://www.youtube.com/watch?v=nFBQECZhLy0

Haciendo uso de los conocimientos hasta el momento obtenidos sobre el proceso de curtido y la información brindada en los videos realice un cuadro comparativo donde se evidencien las diferencias en las mejoras realizadas tanto en los procesos de mitigación de la contaminación, automatización de los procesos.

Construcción grupal

En grupos de trabajo discuta y registre la opinión final acordada por el grupo acerca de las siguientes preguntas.

¿Cuál es el sentido de responsabilidad que impulsa los propietarios de ambas curtiembres a implementar procesos que permitan la disminución de la contaminación en sus procesos productivos?

¿En qué medida es necesario por parte de operarios o dueños de curtiembres el conocimiento sobre algunos conceptos científicos y tecnológicos que están implicados en el manejo de los sistemas de tratamiento de residuos y automatización de los procesos?

¿Cómo considera usted que intervendría el conocimiento que elaboran o adquieren los trabajadores de las curtiembres sobre los procesos de mitigación de la contaminación en la concientización sobre el vertimiento de contaminantes como el cromo al agua?

Juego de roles: Las curtiembres hacen parte de nuestros asuntos

Objetivo: Expresar diversos puntos de vista a partir de un caso simulado donde intervienen los diferentes actores involucrados en la problemática socioambiental.

1. Lea la noticia simulada titulada “ las curtiembres de San Benito nuevamente en el ojo de la SAD.
2. Una vez asignado el rol por el docente escanee de acuerdo con los siguientes códigos el perfil que le corresponda, para desarrollar sus argumentos puede apoyarse en el texto titulado “**Caracterización de roles para debate en Caso Simulado**”

Rol	Código qr
<p>Representante del comité científico</p> 	 <p><i>Escanéame</i></p>
<p>Representante de las autoridades ambientales</p> 	 <p><i>Escanéame</i></p>

<p>Representante de los Curtidores propietarios</p> 	 <p><i>Escanéame</i></p>
<p>Representante de los habitantes de San Benito</p> 	 <p><i>Escanéame</i></p>
<p>Representante de los trabajadores en curtiembres</p> 	 <p><i>Escanéame</i></p>

FEBRERO - 2020

INFORMANTES AL DÍA

La noticia a la mano de manera oportuna



imagen tomada de <https://www.youtube.com/watch?v=g0Hf5Gedg>

NUEVAMENTE LAS CURTIEMBRES DE SAN BENITO EN EL OJO DE LA SAD

Reportaje por Joseph Hernández

El 19 de febrero de 2020 los habitantes del sector de San Benito se comunicaron con la Policía Nacional y estos a su vez con a Secretaría Distrital de Ambiente, ¿el problema? nuevamente era la presencia de olores nauseabundos los cuales alcanzaban un perímetro de mas de 3 manzanas desde la ribera del Rio Tunjuelito. El aviso a las autoridades se dio dado que en principio los habitantes creyeron que se trataba del abandono de restos humanos en el rio luego de una exhaustiva investigación verificaron que el foco de olores se situaba en una pequeña vivienda deshabitada en la cualse encontraban restos de piel animal.

Repartida en secciones, así se encontraban pieles saladas que presuntamente tenían como destino su distribución como materia prima para alguna o algunas de las curtiembres ubicadas en la zona refiere el Inspector de la SAD Daniel Rodríguez, además de estas pieles se encontraba apilado en el patio trasero, dispuesto en canecas plásticas sumergidos entre contenedores con agua y restos químicos una cantidad aproximada de 190 toneladas de residuos provenientes de las fases de ribera y curtido.

“Me sorprende el número de curtiembres adaptadas en viviendas donde se encuentran niñas y adultos mayores en condición de hacinamiento”.
Diana Caribobe
SubSecretaria SAD

A primera hora del Jueves 20 de febrero una comisión de la SAD en compañía de un grupo técnico procedieron a retirar las pieles y los residuos, aprovechando esta situación realizaron una revisión de permisos de vertimientos y de infraestructura a cada una de las 320 industrias del sector; allí se generó cierre masivo de aproximadamente 100 curtiembres por diversas razones, entre ellas la más común, se debió al vertimiento de aguas contaminadas con concentraciones de cromo superiores 10 mg-L-1 Diana Córdoba Subsecretaria Distrital de ambiente manifiesta que le sorprende el numero de curtiembres adaptadas en viviendas donde se encuentran niños y adultos mayores en condición de hacinamiento.

Como parte final curtidores y trabajadores en las calles le exigen a la Secretaria Distrital de ambiente y al representante CAR Cundinamarca que se acerquen a la zona y realicen compromisos y pactos con los cuales les permitan paulatinamente ir implementando un sistema de tratamiento primario de residuos – Si nosotros tenemos cerradas nuestras curtiembres ¿Cómo vamos a realizar al caracterización de nuestros vertimientos? vean aquí hay mas de 300 personas esperando a laborar sean conscientes de las familias que se quedan sin su sustento diario Manifiesta Jaime Salazar vocero de Asocurtiembres.



https://www.youtube.com/watch?v=4QnND9y_VA8



Imagen tomada de: <https://www.youtube.com/watch?v=31aQ5em7M>

Por ahora se espera que con la imposición de multas que ascienden a los 3.600.000 pesos estipuladas en la ley 1333 de 2009 sean más los productores que se sumen a la legalidad de operaciones ya que aproximadamente unas 50 empresas equivalentes al 15% de la totalidad de industrias poseen planes de tratamiento de aguas, como lo sugiere la Subsecretaria Distrital la medida mas conveniente seria que los curtidores como gremio se agruparan para la construcción de una planta de tratamiento colectiva, seguro si buscan apoyo en las universidades y centros de investigación tendrán asesoría, puntualizó Córdoba.

Caracterización de roles para debate en Caso Simulado

A continuación, se presenta la caracterización de cada uno de los roles que interactúan en el caso simulado a partir de la noticia si bien cada rol tiene su descripción en una de las fichas es pertinente que el individuo cuente con información extra que le permita establecer argumentos a lo largo del debate.

Autoridades ambientales

En el grupo de las autoridades ambientales lo engloban organismos como la corporación autónoma regional CAR, la Secretaría Distrital de Ambiente, Departamento Administrativo de medio Ambiente (DAMA) y demás organismos nacionales con el fin de controlar los focos principales de contaminación a los efluentes hídricos han generado diversas resoluciones y normativas mediante las cuales se busca mitigar la contaminación de cuerpos de agua por vertimiento de aguas residuales no domésticas.

Resolución/Decreto	Objetivo
Resolución 1074 de 1997	Determinar estándares ambientales en materia de vertimientos a nivel Distrital.
Resoluciones 3956-3957 de 2009	Establecer la norma técnica para el control y el manejo de los vertimientos en el Distrito Capital.
Decreto 3930 de 2010	Gestión integral del recurso hídrico. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
Resolución 631 de 2015	Fija los niveles máximos permisibles para el vertimiento de sustancias a cuerpos de agua

Tabla 22. Normativas que regulan la contaminación de sustancias a cuerpos de agua Fuente: SDA, (2017) .

Además del establecimiento de la normativa expuesta en la anterior tabla, las corporaciones autónomas regionales en trabajo conjunto con la Secretaria Distrital de Ambiente desarrollan revisiones periódicas con el fin de verificar el cumplimiento de las normativas por parte de aquellas industrias a las cuales se le ha concedido el permiso de vertimientos asimismo, la revisión tiene como objetivo identificar aquellas pequeñas curtiembres que sin un plan primario de tratamiento de aguas residuales operan vertiendo todos sus desechos a el rio Tunjuelito y la cuenca del Rio Bogotá.

Grandes y pequeñas curtiembres

El curtido de pieles de animales para la fabricación de artículos de cuero ha sido una actividad artesanal que ha transcurrido de generación en generación, los conocimientos allí desarrollados obedecen al aprendizaje empírico de la técnica. como lo manifiesta Daza (2015) parte de la acción contaminante en el inicio de la actividad industrial se debe a la manipulación sin conocimiento de las sustancias químicas peligrosas donde además de no reconocer los peligros asociados por la exposición es evidente la falta de estimación precisa, es decir no hay evidencia en el desarrollo de la actividad de cálculos proporcionales entre materia prima y reactivos a emplear por lo que las medidas corresponden a estimaciones empíricas.

Las dinámicas de mercado oferta demanda y competencia influyen en la constitución de un solo gremio de curtidores, las grandes industrias por lo general cuentan con su propia agua de tratamiento donde los vertimientos arrojados se encuentran entre los límites establecidos, contrario a las medianas y pequeñas industrias donde el acondicionamiento se da de forma gradual. En el caso de las curtiembres de ubicadas en el barrio San Benito el 30% de estas opera bajo la legalidad y el 20% se encuentra en proceso de obtención de permisos (SDA, 2018) el porcentaje restante comúnmente está constituido por pequeñas curtidoras en las que el costo y el espacio con el que cuentan no favorece la organización de una planta de tratamiento primaria, lo anterior se soporta en la falta de conocimiento de técnicas acerca de procesos modernos en las fases de apelmbrado y curtición Daza (2015).

Empleados de curtiembres

Las curtiembres de San Benito se caracterizan por la generación de empleo en el año 2015 el índice de empleabilidad respecto a esta actividad incremento en un 6,3% (SDA, 2017) en el sector, generan aproximadamente 5000 empleos tanto indirecto como directos, los trabajadores vinculados a estas industrias no cuentan con un contrato de trabajo de modo tal que sus empleadores no realizan pago de prestaciones sociales incluida la afiliación a entidades de riesgo laborales (Latorre, 2014).

El carácter artesanal con el que aprenden cada una de las fases de producción del cuero influye en una visión desinformada acerca de la peligrosidad de las sustancias químicas peligrosas empleadas durante el proceso. Como medidas preventivas emplean guantes, delantales y botas de caucho, la falta de información conlleva a que estos expongan a sus familias o a los individuos con quien habitan, puesto que el material empleado dentro de la curtiembre deben llevarlo a su casa dado que en ocasiones la vinculación se realiza de palabra y solamente se tiene al empleado por el periodo de tiempo requerido el cual en algunos casos puede ser de solamente 1 día.

Habitantes del Sector

De acuerdo a cifras reportadas por la Alcaldía Mayor de Bogotá, en las UPZ vecinas existen diversas problemáticas de tipo social que no necesariamente son consecuencia de la actividad industrial de las curtiembres, sin embargo es caracterizada como una de las zonas con mayor tasa de analfabetismo para el año 2017 correspondió a un 2% de la población, en el mismo sentido la deserción escolar contribuye a la falta de formación en los habitantes del sector quienes desde edades tempranas inician en la vida laboral en actividades de tipo independiente (Secretaría de salud, 2017). La falta de formación parte de la ausencia en hábitos escolares, es decir gran parte de la población asegura que al desarrollar un arte u oficio aprendido empíricamente asegura los ingresos necesarios para suplir necesidades primarias como la alimentación y la vivienda (Secretaría de Integración Social, 2010).

En cuanto a el reconocimiento de las condiciones ambientales del sector parte de la población manifiesta incomodidad por los malos olores emanados por río Tunjuelo y por las calles cercanas a las industrias de curtición en el mismo sentido hay una carencia en la disposición de residuos ya que en ocasiones producto del transporte de los mismos partes de tejido animal quedan dispuestos por las calles atrayendo tanto a roedores como a diferentes vectores (Secretaría de Integración Social, 2010). Dentro de la conciencia ambiental, los habitantes

manifiestan la necesidad de una formación para la disposición de residuos dado que la falta de hábitos ocasiona que tanto para habitantes como industriales el río sea una fuente opcional para la disposición de los residuos.

Comité académico y científico.

Diversas universidades han desarrollado investigaciones en las cuales se destacan propuestas, planes de gestión ambiental, tratamiento primario de aguas y en una menor caracterización del estado de salud de la trabajadores y habitantes del sector.

La organización mundial de la salud determina que concentraciones superiores a $0,05 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de cromo hexavalente en humanos son consideradas tóxicas (OMS, 2003). En un análisis acerca de las concentraciones de cromo hexavalente en habitantes del sector de San Benito se encontró diferencias poco significativas sobre la cantidad de Cr^{6+} presente en quienes trabajan en las curtiembres y quienes viven en el sector y desempeñan actividades laborales distintas a la comercialización o producción de cuero. Concentraciones de $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ fueron encontradas en mayor número personas que se encuentran bajo una menor exposición (Cuberos, Rodríguez, & Prieto, 2009). Con esto manifestaciones clínicas generales a todos los individuos (expuestos y no expuestos) obedecen a cuadros de rinitis, congestión pulmonar y dermatitis síntomas relacionados con altos niveles de cromo en el cuerpo humano (Carreazo *et al*, 2017).

Roles Caso Simulado

Elaboración propia

Comité científico académico



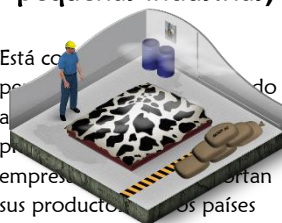
Está conformado por investigadores de universidades de diferentes especialidades (médicos, químicos, biólogos ingenieros etc.) que con su conocimiento pueden establecer medidas de control, mitigación y caracterización del ambiente debido a procesos de contaminación. Debe informar a los demás roles de forma clara acerca las ventajas de desarrollar procesos bajo costo de tratamiento de aguas mediante el empleo técnicas de remoción de los contaminantes, asimismo debe persuadir a los demás acerca de la construcción de un conocimiento formal sobre las metodologías de curtido donde se reconozca la utilidad de los conceptos científicos y tecnológicos en una comprensión y mejor desarrollo de cada una de las fases

Autoridades ambientales



Está conformado por representantes de los entes de regulación de actividades en pro de limitar las actividades antrópicas sobre el ambiente, conformado por administradores ambientales, abogados, biólogos e ingenieros ambientales. En su rol expone a quienes se desempeñan en la actividad del curtido y a los habitantes de la zona la relevancia de operar de acorde a las normativas, donde no solo es relevante el control de vertimientos si la adquisición de una conciencia en cuanto a la disposición de residuos

Curtidores (grandes y pequeñas industrias)



Está conformado por personas que se dedican a la actividad de curtido a pequeña y mediana escala. En algunos países manejan una nómina de al menos 40 empleados en el caso de las más pequeñas. Dada la tradición que hay detrás del oficio, en su rol el propietario de la curtiembre se rehúsa a la tecnificación de los procesos, considera que el conocimiento obtenido tras generaciones no puede ser cuestionado por personas que tras microscopios y equipos científicos intentan conocer una actividad completamente ajena para ellos.

Habitantes del sector



son personas que pertenecen al sector que no necesariamente se emplean en las curtiembres, por lo general desarrollan oficios informales. Desde su perspectiva reconocen la problemática ambiental causada por las curtiembres sin embargo no hay una postura crítica sobre la actividad, en algunos casos consideran que es necesario que sean capacitados en el manejo de residuos

Operario de curtiembre



Trabajan realizando diferentes actividades dentro del proceso de curtición de pieles, sin estudios básicos terminados trabajan bajo condiciones de seguridad precarias donde emplean implementos básicos de protección personal. Desde su rol apoyan la actividad de las curtiembres puesto que teniendo en cuenta su corta formación se les da la oportunidad de desarrollar las actividades muy a pesar de no contar con un contrato formal con todas las prestaciones de ley.

Contaminantes en agua, más allá de los metales pesados

Objetivo: Analizar y proponer alternativas de solución al problema de los contaminantes emergentes empleando el principio de la adsorción sobre carbón activado.

Los contaminantes emergentes.

Los contaminantes emergentes son sustancias las cuales no presentan una regulación nacional o internacional en la cual se establezcan límites permitidos para el vertimientos de aguas, asimismo su naturaleza emergente dificulta su caracterización acerca de la incidencia, datos eco toxicológicos y contribución al riesgo. Dentro de la clasificación se encuentran agrupados trazas de pesticidas, fertilizantes, retardantes de fuego, productos farmacéuticos, aditivos para gasolina, esteroides, hormonas además de sustancias psicoactivas (Tang et al., 2019)

Actividad

- 1) A partir del siguiente extracto de noticia, realice una caracterización de los elementos de la problemática, seleccione uno de los tipo de sustancias que son considerados dentro de la misma como contaminante emergente y formule una alternativa para la remoción del contaminante elegido teniendo como referencia al adsorción en carbón activado.
- 2) Grabe un pequeño podcast en el cual socialice los elementos especificados en el numeral anterior, el material grabado debe de forma transversal abordar una de las siguientes cuestiones.

El trabajo desarrollado por la ciencia y la tecnología es beneficioso por cuanto sus avances permiten la solución de problemas o mejoran la calidad de vida, sin embargo en algunas ocasiones estos desarrollos pueden ser la razón de origen de algunas otras problemáticas.

La sociedad, la ciencia y la tecnología poseen una responsabilidad compartida en la generación de problemas y en la procura de una mejor calidad de vida.

El conocimiento adecuado acerca del aspectos científicos y tecnológicos y el manejo apropiado del mismos por parte de la sociedad permite la solución de problemas o previene el surgimiento de estos.

Los ríos contaminados con cocaína, un peligro para las anguilas

Los residuos de drogas en el agua podrían afectar a los peces nativos.

JUEVES, 21 DE JUNIO DE 2018
POR JOSHUA RAPP LEARN - NATIONAL GEOGRAPHIC



Las anguilas europeas están en grave peligro de extinción en la naturaleza, y la contaminación del agua —incluida la de las drogas ilícitas— es parte del problema.

Las anguilas en grave peligro de extinción puestas de cocaína podrían tener dificultades a la hora de hacer su viaje de casi 6.000 kilómetros para aparearse y reproducirse, según advierte una nueva investigación.

Aunque las sociedades se han esforzado para encontrar formas de luchar contra el consumo de drogas ilícitas, no se tiene tanta información sobre cómo estas drogas podrían afectar a otras especies una vez entran en el entorno acuático a través de las aguas residuales.

De este modo, en nombre de la ciencia, un equipo de científicos estudió los efectos de la cocaína en las anguilas europeas en un laboratorio durante 50 días seguidos.

Las anguilas europeas tienen patrones vitales complejos: pasan de 15 a 20 años en aguas dulces o salobres en las vías fluviales europeas antes de atravesar el Atlántico para desovar en el mar de los Sargazos, al este del Caribe y en la Costa Este de los Estados Unidos. Aunque las anguilas también se crían como alimento, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza considera que la población salvaje se encuentra en peligro crítico de extinción debido a las presas y otros cambios en las vías fluviales que bloquean sus migraciones, la sobrepesca y diversos tipos de contaminación hídrica.

Las anguilas son vulnerables a las concentraciones residuales de cocaína, especialmente en las etapas tempranas de vida, según los investigadores de un estudio publicado en *Science of the Total Environment*.

«Los datos muestran una elevada presencia de drogas ilícitas y sus metabolitos en aguas superficiales de todo el mundo», afirma Anna Capaldo, bióloga investigadora en la Universidad de Nápoles Federico II y autora principal del estudio. Añade que el agua cerca de ciudades densamente pobladas es aún peor, y algunos estudios muestran concentraciones muy altas en el río Támesis, cerca del palacio de Westminster, en Londres, y en el río italiano Amo, cerca de Pisa y su célebre torre inclinada.

Una prueba de drogas

Capaldo y sus colegas colocaron a las anguilas en agua con pequeñas dosis de cocaína, las mismas que se encuentran en algunos ríos. Descubrieron que las anguilas parecían hiperactivas, pero mostraban la misma salud general que las anguilas no drogadas. Sin embargo, sus cuerpos contaban una historia diferente.

Descubrieron que la droga se acumula en el cerebro, los músculos, las branquias, la piel y en otros tejidos de las anguilas. El músculo de los peces también mostraba hinchazón e incluso fallos, y las hormonas que regulan su fisiología cambiaron. Estos problemas persistieron cuando las sometieron a un periodo de rehabilitación de 10 días en el que los investigadores quitaron a las anguilas del agua con cocaína.

Algo especialmente preocupante es que la cocaína aumenta los niveles de cortisol, una hormona del estrés que induce el consumo de grasa. El problema es que las anguilas europeas necesitan acumular grasa antes de migrar al mar de los Sargazos para aparearse y los niveles más altos de cortisol podrían retrasar el momento de su viaje.

También señala que el aumento de los niveles de dopamina que experimentaron las anguilas drogadas también les impedía alcanzar la madurez sexual. «Es probable que, en estas condiciones, la reproducción de las anguilas se vea afectada».

Además, la hinchazón y el fallo muscular podrían afectar a la capacidad de las anguilas para llegar al mar de los Sargazos.

Emma Rosi, científica del Cary Institute of Ecosystem Studies que no participó en el estudio, dice que Capaldo y sus colegas emplearon concentraciones medioambientalmente relevantes de cocaína en su investigación.

Afirma que, en casos con drogas de por medio, podría ser necesaria una concentración mucho mayor para matar a los organismos, pero incluso las bajas concentraciones les afectan, sobre todo en términos de interacciones depredador-presa.

Rosi ha estudiado los efectos de los antidepresivos como el Prozac y de las anfetaminas en los ecosistemas acuáticos, y ha descubierto que modifican las comunidades bacterianas y de algas en el agua y que pueden afectar al ritmo de crecimiento y a los ciclos de vida de los insectos.

Según Capaldo, las drogas ilegales como la cocaína son solo parte del problema. Estas aguas también contienen residuos de otras drogas ilícitas, metales pesados, antibióticos y pesticidas. «No sabemos las posibles consecuencias de una combinación de sustancias como estas, pero está claro que pueden influir en la supervivencia o en el estado de salud de las anguilas», afirma, añadiendo que otras especies, además de las anguilas, podrían experimentar cambios corporales similares si se exponen a la cocaína.

Tratamiento para la drogas

Capaldo dice que el problema podría resolverse mediante un tratamiento de aguas residuales más eficaz, o si las personas no consumiesen drogas ilícitas.

Daniel Snow, director del laboratorio de ciencias hídricas de la Universidad de Nebraska, que no participó en el estudio, se muestra escéptico ante la propuesta de que el problema se resuelva poniendo fin al consumo de drogas ilícitas.

«Si esa es la solución, las leyes ya pondrían fin al consumo. No hay pruebas de que las leyes controlen el consumo», afirma.

Snow, que ya había estudiado el efecto de las drogas y otros contaminantes sobre la fauna y flora acuáticas, espera que las investigaciones como la de Capaldo atraigan suficiente atención como para que la gente empiece a pensar en las consecuencias de sus actos. Pero, según él, la solución probablemente vendrá de la ingeniería.

«Básicamente puedes tratarlo todo hasta cierto grado de pureza, todo se reduce a cuánto dinero quieres invertir en el proceso de tratamiento».

Bibliografía

- Barba-Ho, L. E., Ballesteros, Y., Patiño, P., & Ramírez, C. (2013). Impacto Generado Por Los Vertimientos De Las Curtiembres En Corrientes Superficiales Usando Pruebas De Toxicidad. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*, (12), 79–90.
- Carreazo, D., García, L., Corredor, J., & Sastoque, J. (2017). *Efectos en la Salud Asociados a la Exposición Ambiental a Productos Químicos Generados en la Industria del Curtido en una Población del Barrio San Benito y su Área de Influencia Durante el 2017* (Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas UDCA). <https://doi.org/10.1177/0309133309346882>
- Chen, C., Zhao, P., Li, Z., & Tong, Z. (2016). Adsorption behavior of chromium(VI) on activated carbon from eucalyptus sawdust prepared by microwave-assisted activation with ZnCl₂. *Desalination and Water Treatment*, 57(27), 12572–12584. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1049960>
- Cuberos, E., Rodriguez, A., & Prieto, E. (2009). Niveles de Cromo y Alteraciones de Salud en una Población Expuesta a las Actividades de Curtiembres en Bogotá, Colombia. *Salud Pública*, 11(2), 278–289. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000100045>
- DAZA, L. V. (2015). LAS CURTIEMBRES EN EL BARRIO SAN BENITO DE BOGOTÁ. Un análisis bioético en la perspectiva de Hans Jonas. *Pontificia Universidad Javeriana*, (x), 4–85.
- Latorre, D. (2014). *Diagnóstico ambiental y programa de control y seguimiento al sector curtiembres del barrio san Benito de la ciudad de Bogotá*. 137.
- Malwade, K., Lataye, D., Mhaisalkar, V., Kurwadkar, S., & Ramirez, D. (2016). Adsorption of hexavalent chromium onto activated carbon derived from *Leucaena leucocephala* waste sawdust: kinetics, equilibrium and thermodynamics. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(9), 2107–2116. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1042-z>
- Manassero–Mas, M. A., & Vazquez-Alonso, A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza de Las Ciencias*, Vol.16(3), 3104-2 3104-14. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- Miranda Ramos, L. M. (2012). *Biosorción de plomo (II) presente en soluciones acuosas con CASTARA DE TUNA (Opuntia ficus-indica)* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4426/QUDvalime.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno-Crespo, P., & Moreno-Fernández, O. (2015). Problemas socioambientales: Concepciones del profesorado en formación inicial. *Andamios*, 12(29), 73–96. <https://doi.org/10.29092/uacm.v12i29.20>
- OMS. (2003). *Chromium in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. 2.
- Ortiz, N. E., & Carmona, J. C. (2015). Aprovechamiento De Cromo Eliminado En Aguas Residuales De Curtiembres (San Benito, Bogotá), Mediante Tratamiento Con Sulfato De Sodio. *Luna Azul*, (40), 117–126. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.40.9>
- SDA. (2017). *Guía de producción mas limpia para el sector curtiembres de Bogotá Enfoque vertimientos y residuos*. Retrieved from <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987253/Guía+de+producción+más+limpia+para+el+sector+curtiembres+de+Bogotá.+Enfoque+en+vertimientos+y+residuos.pdf>
- SDA. (2018). Selladas 50 curtiembres de San Benito por contaminación ambiental. Retrieved from http://ambientebogota.gov.co/web/sda/historial-de-noticias/-/asset_publisher/1RkX/content/selladas-50-curtiembres-de-san-benito-por-contaminacion-ambiental-1?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Fweb%2Ffsda%2Fhistorial-

- de-noticias%3Fp_p_id%3D101_IN
- Secretaria de Integración Social. (2010). *Narrativa de caracterización del los barrios de la localidad de Tunjuelito*. Retrieved from http://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/1_entidad/gsi/6_tunjuelito_lectura_de_realidades.pdf
- Secretaria de salud. (2017). *Informe ejecutivo de Análisis de Condiciones , Calidad de Vida , Salud y Enfermedad LOCALIDAD 5 USME*.
- Tang, Y., Yin, M., Yang, W., Li, H., Zhong, Y., Mo, L., ... Sun, X. (2019). Emerging pollutants in water environment: Occurrence, monitoring, fate, and risk assessment. *Water Environment Research, 91*(10), 984–991. <https://doi.org/10.1002/wer.1163>
- Vazquez Alonso, Á., & Manaserro Mas, M. A. (2015). Una taxonomía para facilitar la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia y su integración en el desarrollo del currículo de ciencias. *Interacções, 349*(34), 312–349.