



**Diseño y construcción de un medio didáctico tecnológico sobre la contaminación del
agua por la explotación minera con mercurio**

Eduard Mauricio Soto Salazar

Universidad del valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental
2021



**Diseño y construcción de un medio didáctico tecnológico sobre la contaminación del
agua por la explotación minera con mercurio**

Eduard Mauricio Soto Salazar

Trabajo de grado para optar al título de: Licenciado en educación básica con énfasis en
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Trabajo de grado dirigido por:
Robinson Viafara Ortiz

Universidad del Valle
Instituto de Educación Y Pedagogía
Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental
2021

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, el agradecimiento es con Dios ya que es quien guía mi camino a nivel espiritual, a los profesores del programa de licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, del mismo modo y de forma más específica a mi profesor Robinson viafara por ser mi tutor, padre académico, amigo y consejero de vida para el progreso personal y profesional.

Por otro lado, es importante mencionar que el apoyo familiar y de personas especiales en mi vida como lo fue mi pareja y allegados, fue indispensable; De igual forma a mis padres por el apoyo brindado, ya que, sin ellos esto no fuera sido fácil de alcanzar. Del mismo modo, doy agradecimiento a mi padrino por ser un ejemplo que seguir, por ser ese primer pilar de inspiración para crecer a nivel académico, profesional y personal, así como también, un apoyo en todos los sentidos durante mi camino profesional.

Finalmente, dar gracias a la vida por permitirme llegar hasta este punto del camino, con el cual soñaba desde pequeño, camino por el cual tuve que ir sorteando y creciendo en todos los aspectos, con las metas de seguir trascendiendo sin importar el contexto, poniendo todo mi empeño y esfuerzo para poder llegar hasta aquí.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	14
3. ANTECEDENTES.....	18
4. MARCO TEÓRICO	34
4.1. Los medios didácticos tecnológicos	34
4.1.1. El debate de la conceptualización de los recursos, materiales y medio didáctico.	34
4.1.2. Los medios didácticos tecnológicos (MDT) y su tipología.	36
4.1.3. Narrativas digitales interactivas (NDI)	38
4.2. Metodología de diseño de medios didácticos.....	41
4.2.1. La naturaleza del contenido científico.....	41
4.2.2. El papel del docente en el diseño del MDT	44
4.2.3. Las fases del diseño del MDT	49
4.3. Las problemáticas ambientales y los Asuntos socio científicos en la educación en ciencias	51
4.3.1. Las problemáticas ambientales.....	52
4.3.2. La conceptualización de los ASC	53
4.3.3. La problemática de la explotación ilegal minera como ASC.....	54
4.3.3.1. La complejidad del estudio de la explotación minera como ASC	57
4.3.3.1.1. Contaminación de la fuente hídrica	57
4.3.3.1.2. Contaminación atmosférica.....	58
4.3.3.1.3. Bioacumulación en los seres vivo	59
5. OBJETIVOS	61
6. METODOLOGÍA.....	62
6.1. Fases metodológicas	63
6.1.1. Fase 1. Prediseño del medio didáctico tecnológico.....	63
6.1.2. Fase 2. Diseño del medio didáctico tecnológico (MDT)	68
6.1.2.1. Momento 1. Resumen del producto.....	68
6.1.2.2. Momento 2. Descripción general de la historia, navegación general y específica del NDI.....	74
6.1.2.3. Momento 3. características o elementos del NDI.....	77
6.1.2.4. Momento 4. creación de historia, personajes principales, personajes secundarios y personajes de reparto.....	79
6.1.2.4.1. Presentación de la historia, contextualización de la situación	79
6.1.3. Fase 3. Construcción del medio didáctico tecnológico (MDT).....	100

6.1.3.1. Requerimientos técnicos utilización del MDT	101
6.1.3.2. Características del MDT	102
6.1.3.3. Forma de entrega del MDT	107
7. CONCLUSIONES	107
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
9. ANEXO.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas para el prediseño del MDT.....	64
Tabla 2. Características generales del MDT	72
Tabla 3. Especificaciones a tener en cuenta para la realización del MDT	77
Tabla 4. Personajes principales.....	96
Tabla 5. Personajes secundarios	97
Tabla 6. Personas de reparto	97
Tabla 7. Requisitos mínimos de instalación con sistema operativo Windows	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen que representa las fases de creación y desarrollo de materiales didácticos digitales.....	22
Figura 2. Variables: porcentajes sobre las metodologías analizadas por los autores.....	24
Figura 3. Síntesis del proceso metodológico.	25
Figura 4. Imagen que ilustra los escenarios que se involucran en la creación del material didáctico.....	26
Figura 5 Imagen del mapa conceptual construido con la propuesta de la creación del material didáctico tecnológico.....	27
Figura 6. Imagen del ciclo biogeoquímico del mercurio	56
Figura 7. Imagen de la navegación general del MDT.....	75
Figura 8. Imagen de navegación específica en nodos del MDT	76
Figura 9. Imagen de un nodo del MDI con las dimensiones generales.	103
Figura 10. Imagen de un nodo del MDI con las dimensiones específicas de los botones de navegación	104
Figura 11. Imagen creada para representar el ciclo biogeoquímico del mercurio.	106
Figura 12. Imagen creada para ilustrar en un apartado de la historia.	106
Figura 13. Imagen creada para recrear el daño ambiental de la minería, así mismo, ilustra una planta de tratamiento para el mercurio.	107

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño y construcción de un medio didáctico tecnológico para la enseñanza de las ciencias a partir del uso de un asunto socio científico (ASC) sobre la contaminación del agua por explotación minera con mercurio. Se aborda a través de una metodología cualitativa para desarrollar una narrativa digital interactiva (NDI) involucrando dicho asunto y los conocimientos escolares, lo cual se realiza a partir del uso del programa de PowerPoint. Esto dio como resultado que el docente en formación inicial logró desarrollar un NDI en el programa ya mencionado sin altos niveles de programación, pero con el fortalecimiento y ampliación de su TPACK a través de la reflexión y acción sobre la integración de elementos tecnológicos como ilustraciones, audiovisuales, auditivos y la interacción misma en una propuesta pedagógica que pretende mejorar la construcción de conocimientos en estudiantes a través de la interacción con el NDI. Llegando a concluir que existe una articulación efectiva entre el uso de las NDI y los ASC para producir materiales didácticos que promuevan el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas en los estudiantes, además que el diseño y construcción de medios didácticos tecnológicos (MDT) permite movilizar conocimientos pedagógicos, didácticos, tecnológicos e incluso personales del profesor en formación/diseñador.

Palabras claves: Narrativa digital interactiva (NDI), Asunto Socio Científico (ASC), Diseño de medios Didácticos Tecnológicos, Enseñanza de las Ciencias, Explotación Minera con Mercurio.

INTRODUCCIÓN

El presente documento resume los principales resultados de un proceso de investigación desarrollado en el marco de la formación de un licenciado en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental. Este proceso se realizó teniendo como referencia la necesidad de transformar los recursos, materiales o medios didácticos que se utilizan en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y en este caso específico mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para el diseño y desarrollo de un Medio didáctico Tecnológico enfocado en la representación de la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio a través de un asunto Socio Científico.

En la realización de este proceso de investigación, principalmente se tuvo como referencia diversos planteamientos teóricos sobre: Los Medios Didácticos Tecnológicos (MDT), Las Narrativas Digitales Interactivas (NDI), Las Metodologías para el diseño de MDT, Las problemáticas ambientales y los Asuntos socio científicos (ASC) en la enseñanza de las ciencias. Se determinó que el ASC estuviera relacionado con la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio, ya que esta problemática es muy fuerte en el contexto nacional en la actualidad, la cual afecta la calidad del agua y con eso la calidad de vida de los organismos.

Se procedió a través de una metodología de carácter cualitativo basada en gran medida de lo propuesto por Area M. (2019). Teniendo en cuenta todo lo anterior, esta se realizó mediante 3 fases metodológicas, la primera se enfocó en la organización del enfoque que se pretendía con el medio didáctico tecnológico, así como también especificar que implicaba enfocarlo en la tipología del NDI; En segunda instancia, este se enfocó en el diseño del NDI, por tanto, este recoge el apartado del punto anterior y se complementa con la creación de la historia o narrativa, la navegación que tendría el NDI e incluso algunas de las características que

tendría a la hora de construir; Finalmente, la 3 fases metodológica se enfocó en la construcción del NDI, así como también plasmar las características de utilización y algunos apartados que conforman el NDI.

Como resultado del proceso de reflexión y análisis sobre el diseño y construcción de la NDI, se pudo concluir la importancia o el valor que tiene este tipo de procesos para la formación, el sistema de conocimientos y el desarrollo profesional del docente diseñador de la NDI. Esto se debe a que el proceso de diseño del NDI requiere una variedad y profundidad de conocimientos del contenido, lo pedagógico y lo tecnológico, además exige que el diseñador realice profundas reflexiones en torno a ellos llevando a su desarrollo e integración y construcción de lo que Koehler M., Mishra, P. & Cain W. (2015) denominan Conocimiento Tecnológico, Pedagógico del Contenido (TPACK) o también como lo denomina el Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD), competencia Digital docente de creación de contenidos. Habría que destacar que, “los materiales diseñados y elaborados por el profesor puede enriquecer el sistema de enseñanza, ya que dicho recurso será creado, tomando como referencia el contexto metodológico (Necesidades y características de los alumnos y objetivos que se pretenden conseguir).” (Gómez M., 2012) (P.24)

Finalmente, se puede destacar que este documento esta conformado por 7 apartados que a saber son: En primera instancia el planteamiento del problema; En segunda instancia se encuentra la justificación al problema; En tercera instancia encontramos los antecedentes que nos permitan vislumbrar un panorama y modelar un posible marco metodológico; En cuarta instancia se encuentra el marco teórico en relación a los MDT, la metodología de MDT y el ASC; En quinto apartado encontramos los objetivos a realizar en el proceso metodológico; En el sexto apartado encontramos la metodología y las fases de la mismas y finalmente las conclusiones en relación a todo el proceso metodológico realizado.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el proceso de enseñanza y aprendizaje se ponen en juego una serie de elementos y conocimientos con el propósito de ayudar al estudiante en la construcción de conocimiento. En ese sentido, se hace uso de recursos, algunos de ellos no fueron diseñados para tal fin, sino que son seleccionados por el docente de acuerdo con sus características para su uso educativo, estos son denominados o conocidos como recursos educativos. Otros, por el contrario, sí han sido diseñados y contruidos con la intención expresa de ser utilizados o de servir de puente en los procesos de la construcción de un conocimiento y son denominados Medios Didácticos (Marqués G., 2013).

En el caso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, el conocimiento a enseñar o aprender tiene características que lo hacen especial y difícil de comprender (abstracción, complejidad, simbología, entre otras) que hace que su construcción sea de mayor exigencia cognitiva para los estudiantes y por tanto dificulta su aprendizaje. Por su parte, Ruiz R. (2015) destaca que los docentes enfrentan diversas dificultades al intentar enseñar conceptos de las ciencias naturales, los cuales presentan dificultades específicas como su complejidad, a la cual se enfrentan los alumnos a la hora de aprender ciencias, afirmando que “la información y los conceptos propios de las ciencias naturales adquieren en muchas ocasiones un rasgo de complejidad, especialización y abstracción que hace que difícilmente esta disciplina pueda ser trabajada con los alumnos/as”(pág. 20). Es por lo anterior, que los recursos o medios que el docente seleccione para ser usados deben tener en cuenta estas características para cumplir de manera eficiente su función en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales.

A pesar de lo anterior, y que el proceso de aprendizaje-enseñanza de las ciencias naturales es complejo, el profesor no tiene en cuenta esas particularidades al seleccionar sus recursos o medios para dicho proceso. En ese sentido, uno de los medios educativos más usados son los libros de textos de las ciencias naturales, en muchos casos, los profesores usan este como una guía de los procesos enseñanza-aprendizaje. Al respecto, Bernat y Gómez (2009) afirman que “los libros de textos son considerados como elementos orientadores y en ocasiones determinan las decisiones en los procesos de enseñanza-aprendizaje” (Citado en Maturano C. & Mazzitelli C., 2018, Pág. 50).

Los libros de texto tienen un valor educativo innegable en aspectos de contenido, sin embargo, sus ilustraciones son planas, estáticas y no representan eficientemente los fenómenos y procesos de las ciencias naturales por su formato análogo o impreso. Sumado a esto, este no ayuda a los estudiantes a usar las variadas formas de acceder a la información a través de sus sentidos y solo reducen este proceso a la parte de la vista a través de textos e imágenes disminuyendo la capacidad de aprendizaje y retención en los estudiantes (Vargas M., 2017) y en ocasiones provocan errores conceptuales cuando se trata de aprender conceptos abstractos o complejos que requieren de una representación multimodal para facilitar su aprendizaje. Una alternativa a las falencias que presentan los libros de textos podría tomarse como alternativa el uso de las tecnologías para potencializar la construcción de medios didácticos en formato tecnológico, de manera que se haga uso de sus potencialidades para la representación de los contenidos y conocimientos de las ciencias naturales de manera dinámica y multimodal.

Ahora bien, en ese contexto surge una dificultad debido a que son más los recursos tecnológicos que los medios didácticos tecnológicos con los que cuenta el profesor a su

disposición. Además, algunos de esos medios didácticos no son desarrollados teniendo en cuenta el conocimiento pedagógico o los aportes que brinda la investigación en la educación en ciencias en la actualidad. Esto se debe en parte a que los docentes presentan un rezago tecnológico que les dificulta ingresar o hacer parte del proceso de diseño de Medios Didácticos Tecnológicos.

Sin embargo, en este panorama se vislumbra una oportunidad que es valiosa de explorar e investigar, que consiste en aprovechar las nuevas potencialidades que tienen los maestros en formación inicial, los cuales hacen parte de una generación más cercana a la tecnología y que por tanto pueden asumir el reto de vincular los aportes de la investigación del campo de la educación en ciencias al diseño de medios didácticos tecnológicos que cumplan con las exigencias pedagógicas del momento y que lleven a los estudiantes a la construcción activa y significativa del conocimiento científico escolar.

Con relación al conocimiento científico que se aborda en la escuela, también existe una preocupación porque aquellos que son seleccionados son poco significativos y de poca relevancia social-ambiental, quedándose en la lógica de la disciplina; Al respecto Salazar R. (2013) menciona que “los planes de clases suelen contemplar sólo el contenido relacionado con el saber qué (teoría), de una asignatura específica”(Pág. 4). Por tanto, queda la invitación a que los profesores seleccionen y aborden contenidos que rompan estas dinámicas curriculares y avancen al estudio de situaciones que sean relevantes para los estudiantes en su dinámica social y ambiental, así como también, el estudio de los efectos de la actividad humana en los recursos naturales como es el agua.

En este caso, específicamente el recurso del agua en Colombia, se han generado una problemática ambiental que consiste en el fuerte crecimiento por la explotación minera en lugares cercanos a las fuentes hídricas generando grandes problemas ambientales en la calidad del recurso hídrico y la bioacumulación en los seres vivos con metales pesados como el mercurio para la obtención de metales preciados como lo es el oro. Al respecto se considera que los procesos educativos de las ciencias naturales deben contar con medios didácticos que le faciliten al profesor y a los estudiantes abordar el estudio de este tipo de problemáticas y hacer un análisis más profundo de ellas en el aula de clases. De acuerdo con lo anterior, la pregunta problema en que se enfoca esta investigación es:

¿Cómo diseñar y construir un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio?

Debido a la extensión de esta pregunta de investigación ella se delimitará más adelante teniendo en cuenta cuál sería el tipo de medio didáctico más apropiado a realizar de acuerdo con los aportes de los antecedentes y elementos teóricos que nos arroje la investigación del campo de la educación en ciencias.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta que la pregunta problema en que se enfoca esta investigación es: ¿Cómo diseñar y construir un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio? La justificación de esta investigación se centra en los siguientes aspectos: el valor representacional multimodal de los medio didácticos tecnológicos en el aprendizaje de contenidos de las ciencias naturales, la importancia de la participación de los docentes en el diseño y producción de este tipo de medios didácticos, el

valor que tiene este tipo de procesos en la formación inicial de profesores y por último la importancia que tiene el abordar este tipo de contenidos en la enseñanza de las ciencias naturales . Estos aspectos se desarrollan a continuación.

Para iniciar esta justificación, es conveniente hacer evidente que los contenidos científicos y ambientales tienen una naturaleza compleja y abstracta, lo cual dificulta su comprensión, análisis y aprendizaje en los contextos escolares. Por tanto, es de gran importancia y pertinencia que el profesor tenga a su disposición medios didácticos que permitan representar de manera compleja, dinámica, y multimodal los contenidos de las ciencias naturales. Estos recursos pueden contribuir a que los estudiantes puedan construir conocimientos sobre ellos de manera más significativa. Al respecto Gonzales I. (2015) destaca que los medios didácticos tecnológicos (MDT), son aquellos que nos brindan la posibilidad de tener ese nivel de representatividad de los contenidos a enseñar (Citado en González H., 2018)

En ese sentido, los MDT tienen una variabilidad de formas, las cuales dependiendo del objetivo con el que se haya enfocado, este tendrá unas características específicas. Al respecto, López G. & Morcillo O. (2007) nos indica que:

El uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias se puede usar de diferentes formas, entre ellas la búsqueda de información, la observación de imágenes en movimiento difíciles de imaginar (Microscópicas), simuladores de fenómenos o también ciertos softwares interactivos de interés didáctico. (Citado en De Pablo P., 2008) (P.275).

En relación a estos contenidos difíciles de representar a través de medios convencionales, ya se ha mencionado con anterioridad que los contenidos o situaciones ambientales, como la problemática de la contaminación del agua por la explotación minera por mercurio por su

naturaleza compleja y abstracta requiere de la disponibilidad de MDT que permitan darle un modelo, simulación o representación en la cual se aborden la multiplicidad de factores que intervienen en ella y por tanto se vislumbra la importancia de dotar a los maestros de este tipo de MDT.

Dentro de la complejidad de la problemática de la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio, se debe decir que no es una actividad reciente, esta se viene ejerciendo desde tiempo atrás y por tanto tiene una amplia aceptación dentro de algunas comunidades por ser su actividad económica a pesar de los daños ambientales y sociales que ocasiona. Al respecto la Asociación de Información Ambiental de Colombia - SIAC (2016), afirma que:

En 2012, específicamente en 179 municipios de 15 departamentos, escatimaron que se vertieron 205 toneladas de mercurio al suelo y aguas, en la cual 27.5% ha sido en beneficios de conseguir plata y el 72.5% ha sido en beneficios de búsqueda de oro. (Pág. 1).

Cabe mencionar que esta problemática también se da a nivel local en la actualidad, y al respecto se han presentado diversos incidentes que han sido registrados por los ciudadanos y los medios de comunicación, al respecto el periódico el Tiempo en su versión digital del 20 de septiembre de 2020, menciona la columna titulada ¿Qué provocó que el río Cali se tiñera de negro? en donde se entrevista a el director del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (Dagma), Carlos Calderón llegando a plantear que:

El río Cali es unos de los caudales que se han venido afectando, denotando varias problemáticas como lo son el vertimiento de residuos al río, minería de carbón, minería ilegal y legal el cual usa mercurio o plomo para algunos casos (Pág. 1).

En el nivel local también existen problemas con la minería ilegal para la extracción de oro, en la cual se utiliza mercurio y cianuro, y se utiliza una gran cantidad de agua que es ilegalmente extraída de los ríos y posteriormente desechada a ellos con alta contaminación, causando un deterioro de las condiciones del agua del río y los consecuente daños ambientales. Al respecto, el periódico El País (2015) en una separata especial de su versión digital, menciona que, según palabras de los mismos mineros:

Para extraer un gramo de oro se necesitan en promedio mil litros de agua y Cali no está en condiciones de permitir que la minería siga amenazando el suministro del líquido vital porque esos mil litros de agua son devueltos a la montaña con altas cargas de mercurio y cianuro (Pág. 1).

En vista que la problemática de minería ilegal con mercurio es de vigencia en el contexto local, se considera necesario que desde los espacios escolares se tomen o se lleven a cabo procesos donde se vinculen tanto una diversidad de conocimiento que ayuden a entender el porqué de la afectación, y los diversos factores que circundan en esta problemática ambiental, además se vincular los conocimientos con situaciones del contexto de relevancia social. Sin embargo, este tipo de problemáticas ambientales no son fáciles de abordar en el aula de clases en los procesos educativos debido a su naturaleza compleja que es difícil de ser representada de manera adecuada.

Esta situación hace justificable que se haga uso de las tecnologías y sus recursos para poder simular y representar los diferentes aspectos y procesos presentes en este tipo de problemática de una manera más cercana a su complejidad, para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Aunque cabe mencionar que, se requiere que el medio didáctico tecnológico tenga coherencia didáctica, es decir, sea diseñado y construido para responder a

las necesidades educativas del contexto específico que nos interesa en esta propuesta. En ese sentido, apoyándonos en Gómez M. (2012) se resalta la importancia de la participación profesionales del campo de la pedagogía y en este caso de la educación en ciencias, ya que estos tienen conocimiento de las necesidades y características de sus estudiantes y tienen un enfoque de la enseñanza-aprendizaje donde el estudiantado es protagonista de la construcción de su conocimiento y de su función como ciudadano.

Esta situación de diseñar y desarrollar medios didácticos tecnológicos es un reto de gran exigencia para el docente, la cual genera ganancias en el desarrollo de su conocimiento profesional. Lo anterior, se potencia en el caso de los docentes en formación inicial debido a que pertenecen a una generación que tiene gran afinidad por las TIC, es importante recalcar que esta afinidad se ve más marcada en los docentes en formación inicial interesados por las tecnologías las cuales sienten más necesidad por dar uso de ellas o ven en las tecnologías un valor agregado a aprovechar, en ese sentido, debido a la empatía con las tecnologías y a la diversidad que estas nos presentan, es posible encaminar la propuestas de diseño y elaboración de medios didácticos tecnológicos. Con lo anterior, los docentes en formación inicial interesados en esta línea, debe de comenzar a mover los ejes profesionales, así como también habilidades y destrezas personales las cuales fueron y/o se construyen en la medida que transcurre del tiempo en la academia formadora inicial o su contexto.

3. ANTECEDENTES

Teniendo en cuenta la pregunta problema que orienta este trabajo de investigación ¿Cómo diseñar y construir un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera por mercurio?, se procedió a realizar una revisión bibliográfica de un conjunto de investigaciones que dieran luces para comprender la naturaleza del problema y

las posibles estrategias metodológicas para darle respuestas. Por lo anterior, a continuación, se presentan algunos antecedentes a manera de documentos enfocados en el diseño y construcción de materiales o medio didácticos tecnológico, así como también, el diseño y elaboración específica de una narrativa interactiva, además de un antecedente sobre una experiencia sobre el diseño de una narrativa digitales interactiva realizada en un curso del centro universitario Cardenal Cisneros, todo lo anterior, se expondrán a continuación:

En relación con la fundamentación y a destacar el papel que tienen los educadores en el proceso de diseño de medios y recursos educativos, Gómez M. (2012) Publicó un libro como resultado de un proceso de investigación con base en la docencia. Este comprende cuatro capítulos, de los cuales solo se analizará el primero de ellos, que es el de mayor pertinencia de acuerdo con los intereses de este proyecto de investigación. Este capítulo tiene como propósito fundamentar los medios y recursos didácticos y plantear sus principales funciones, con base a lo anterior, se formulan algunos criterios de selección y elaboración de ellos. Este último aspecto es el de mayor interés en el análisis de este antecedente.

Gómez M. (2012) define los recursos didácticos como un instrumento que ayuda al docente a enseñar y, por otro lado, facilita el aprendizaje al estudiante. Dentro de sus funciones destaca proporcionar información, guiar los aprendizajes, ejercitar habilidades, motivar y evaluar.

Dentro de los criterios de selección de un recurso didáctico el autor destaca: las características de los estudiantes a los cuales va dirigido, la disponibilidad de recursos económicos para su adquisición, el tiempo con el que se cuenta para el desarrollo de la actividad y de su uso en ella, la naturaleza epistemológica del contenido a enseñar, donde se va a realizar la actividad, la accesibilidad o disponibilidad del recurso, los conocimientos y habilidades que requiere el material en sus usuarios y la perspectiva de género.

En relación a su elaboración, Gómez M. (2012) plantea una bifurcación en cuanto a quién son los encargados de realizar los materiales didácticos, en ese sentido el autor propone por una parte los materiales diseñados y elaborados por el propio profesor afirmando que dichos materiales son un elemento que le aporta significativamente al proceso de la enseñanza, ya que han sido creados teniendo como referencia las necesidades y características de los estudiante que los usaran, además de los objetivos específicos de la enseñanza-aprendizaje. En segunda instancia, sobre los materiales diseñados y elaborados por profesionales de la producción, el autor plantea que estos materiales tienden a ser medios genéricos, es decir, son dirigidos a cualquier grupo de estudiante. En ese sentido, estos materiales no responden a las necesidades de estudiantes y contextos educativos específicos.

El autor además rescata cuatro puntos importantes a manera de resumen: el primero relacionado con la tarea como profesor, reconociendo la exigencia de conocer las funciones de materiales elaborados o por elaborar, el segundo se relacionó con la necesidad de conocer al contexto en el cual se va a implementar, es decir, cuáles son las necesidades formativas, el tercero relacionado con la disposiciones del entorno de trabajo y por último recalca que la elaboración del material por parte del formador, permite que el material sea contextualizado o personalizados con relación a un grupo.

Finalmente, teniendo en cuenta a Gómez M. (2012), es importante destacar que en primera instancia aporta elementos para la elaboración teórica de la propuesta y además permite explicitar algunos elementos que se tornan necesarios en el uso y diseño de materiales didácticos. Entre los elementos, uno que se destaca es la importancia de la participación de los profesores o educadores en el diseño de materiales didácticos, debido a las características

de los conocimientos de dicho profesional. Al respecto Gómez M. (2012) afirma que “El material diseñado y elaborado por el profesor puede enriquecer el sistema de enseñanza, ya que dicho recurso será creado tomando como referencia el contexto metodológico (Necesidades y características de los alumnos y objetivos que se pretenden conseguir)”.

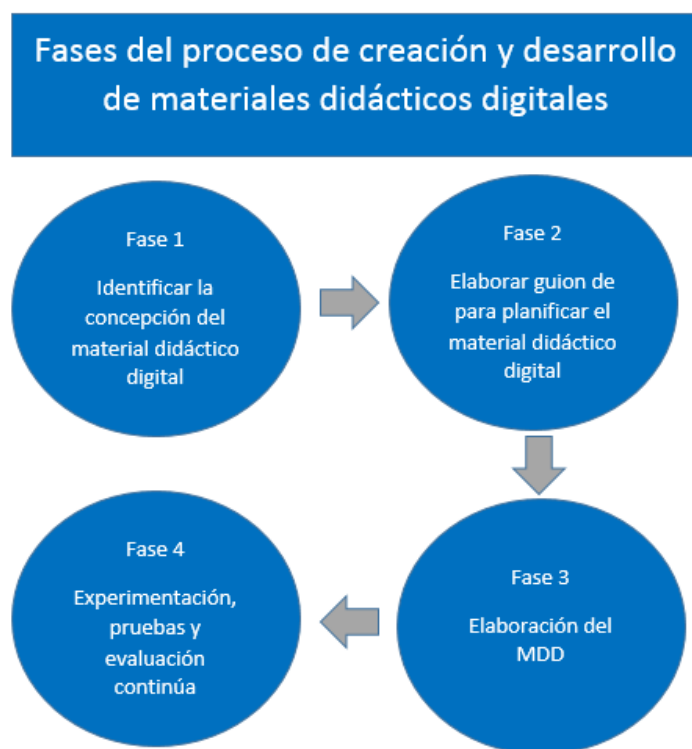
Otro documento de investigación para tener en cuenta fue el realizado por Area M. (2019), quien con base a los resultados de un proceso de investigación postula una guía para el uso y producción de materiales didácticos digitales (MDD), enfocado a satisfacer las necesidades de los docentes y posibles productores o profesionales que intervienen en el diseño y desarrollo de materiales didácticos digitales. El documento está conformado por cuatro unidades temáticas, una de las cuales (la segunda) es de pertinencia e interés para el análisis en esta revisión de antecedentes y tiene como denominación, “guía para editores y productores de materiales didácticos digitales” En esta unidad, el autor propone una guía para editores y productores de materiales digitales.

Metodológicamente esto lo desarrolla a través de dos bloques que a saber son: a) Fases del proceso de creación y desarrollo de un material didáctico digital y b) Recomendaciones de tipo pedagógico, tecnológico y funcionales para el diseño y desarrollo del material didáctico digital. El resultado final de todo este proceso es la creación de un recopilatorio que ofrece diferentes pautas para el desarrollo de materiales digitales de aula y que, a su vez, permitan a los productores disponer de algunos consejos prácticos sobre cómo diseñarlos desde un punto de vista pedagógico.

Este documento en la unidad dos, presenta un organizador, en el cual se denotan las acciones y factores que se proponen a tener en consideración en el proceso de diseño y elaboración de

un material didáctico digital, tanto para editores como profesores interesados en la elaboración de MDD, en ese sentido se plantea el siguiente esquema:

Figura 1. Imagen que representa las fases de creación y desarrollo de materiales didácticos digitales.



Nota: Adaptado de fases del proceso de creación y desarrollo de materiales didácticos digitales, de Area M. (2019).

En ese sentido, la primera fase tiene como punto de importante la justificación del material, además de las particularidades del mismo, al respecto, el autor propone la realización de un documento denominado modelo educativo (ME), el cual comprende la “Presentación y el alcance del proyecto, Diagnóstico del contexto y características sobre a quién va dirigido, Prospección de recursos digitales similares para pretender desarrollar y mejorar sus limitaciones, Formulación de la propuesta pedagógica del MDD, en donde se realiza la propuesta con base un grupo destinatario, objetivo, contenidos educativos” (Area M. 2019).

Teniendo en cuenta estas particularidades del Modelo educativo, se pasará a la segunda fase, en la cual se realiza el bosquejo del material, en cuanto a lo audiovisual, el diagrama de navegación y el resumen del producto. ahora bien, para la tercera fase, esta consiste en el desarrollo del MDD, es decir, la materialización del objeto en cuestión, teniendo en cuenta la planificación de la fase anterior, el autor menciona que los profesores que participan en este proceso deben buscar aplicaciones que pueden serles útiles de acuerdo con sus capacidades tecnológicas.

Finalmente, la fase cuatro debe verse como la oportunidad para detectar las debilidades y fortalezas del MDD. En ese sentido, propone que “es importante evaluar estos, por tanto, hace énfasis en hacer uso de instrumentos que recojan las opiniones de la audiencia, por ejemplo: entrevistas, cuestionarios, grupos de discusión, observaciones e interés de los probadores”.

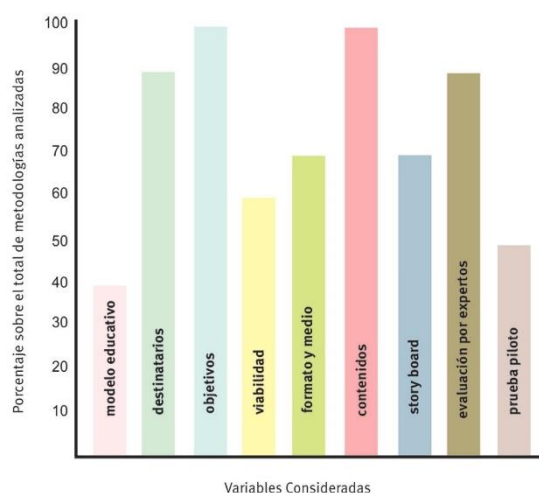
De Area Moreira M. (2019) se destaca y se hace énfasis en que el modelo de creación y desarrollo es el aporte más significativo para la realización de la presente propuesta de investigación, debido a que su propuesta metodológica brinda muchos elementos que serán tenidos en cuenta en el momento de tomar las decisiones que nos lleven a la construcción del medio didáctico digital.

De igual modo, Calderones M. & Gonzales A. (2016) en el contexto argentino y con base a los resultados de un proyecto de investigación desarrollan un protocolo para la planificación estratégica de la producción de materiales didácticos para la educación universitaria mediada por TIC. Con base a los metodológico, el estudio se plantea desde dos fases de desarrollo, el primero es denomina Desarrollo-Fase 1, la cual comprende de dos subapartados, el primero

se enfoca en el estudio descriptivo de los modelos educativos para determinar cuál de ellos sería el más adecuado de acuerdo con las condiciones institucionales. Para esto, los autores realizaron una búsqueda de diferentes modelos pedagógicos a partir de unos criterios: el primero en relación elementos de análisis, diseño, implementación y/o evaluación, el segundo criterio con relación a los contextos más apropiados sustentados en el aprendizaje, el tercer criterio le permitió seleccionar el modelo más apropiado fundamentado en las teorías constructivistas.

Para el segundo subapartado, la cual se denomina estudio descriptivo de metodologías existentes, los autores Calderones M. & Gonzales A. (2016) afirman que “desde la aparición de las TIC en la escena educativa, Se plantearon distintas metodologías para la producción de MD” (Pág. 4), Por tal razón estos autores hicieron una revisión general de algunas de esas metodologías, en ese sentido, esta búsqueda les permitió visualizar el porcentaje total de metodologías analizadas que establecen una serie de variables, estas variables se presentan a continuación en la figura 2.

Figura 2. Variables: porcentajes sobre las metodologías analizadas por los autores.



Nota: Adaptado de variables. Porcentajes de consideración de cada una de ellas sobre el total de metodologías analizadas, de Calderones M. & Gonzales A. (2016)

Teniendo en cuenta lo encontrado, los autores Calderones M. & Gonzales A. (2016) determinaron a partir de los obtenido que:

Un 30% de las metodologías se focalizaban en la informática, organizando el proceso sobre tareas de índole tecnológico, como formato, duración, granularidad, accesibilidad, entre otras, desatendiendo variables comunicativas y/o contextuales, además un 10% centra el proceso pedagógico desestimando en este caso las variables tecnológicas y/o Comunicacionales, incluyendo que hay ausencia de trabajo interdisciplinario real (Pág. 6).

Por otro lado, ya en la segunda fase de desarrollo, y teniendo en cuenta los anteriores, los autores Calderones M. & Gonzales A. (2016) les permitieron obtener una imagen de las fortalezas y debilidad, este le permitió a los autores hacer una secuencias de pasos metodológicos para la producción de MD, con base a los anterior, los autores a partir de los insumos y aplicando técnicas de mashup y remix, resultó de este proceso un listado de variables más completa y requerimiento de calidad la cual se organizaron en grupos conceptuales del modelos diseñado por Becerra y Cervini (2005) para el Instituto Metropolitano de Diseño e Innovación (IMDI), a su vez se sintetiza a continuación:

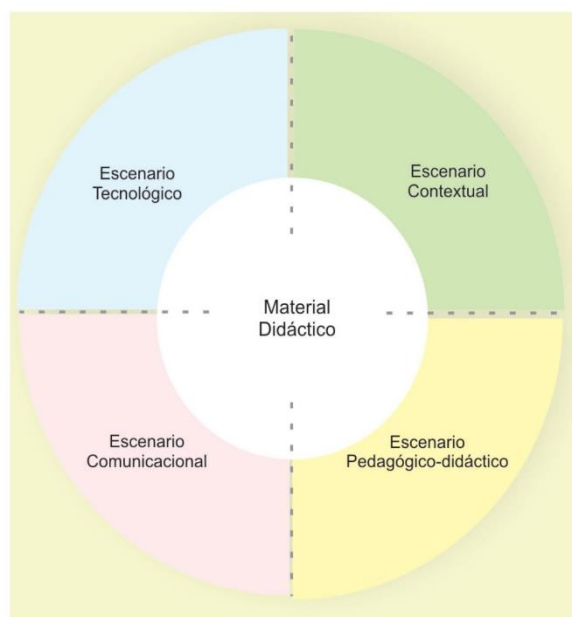
Figura 3. Síntesis del proceso metodológico.



Nota: Adaptado de síntesis del proceso metodológico, de Calderones M. & Gonzales A. (2016)

Los autores Calderones M. & Gonzales A. (2016) hacen mención al modelo IMDI como una “herramienta que propone observaciones específicas, como si elevara una lupa sobre el producto, en relaciones a las particularidades que se cruzan en su producción, en ese sentido desde la mirada del diseño se le denomina entorno del producto” (Pág. 6), este organiza en grupos conceptuales o escenarios, dispuestos de modo circular o en simultáneo por ser parte del producto”, este esquema se muestra a continuación en la figura 4.

Figura 4. Imagen que ilustra los escenarios que se involucran en la creación del material didáctico.

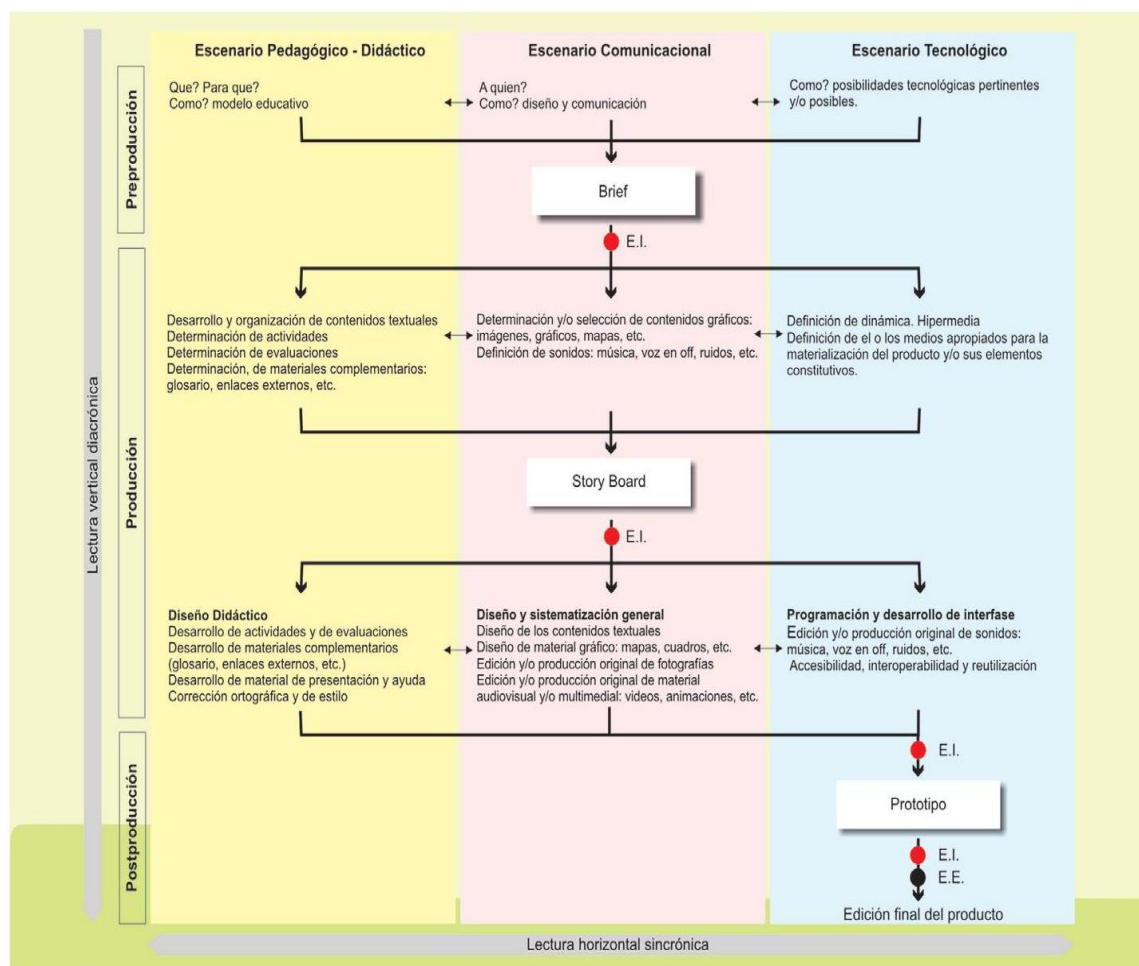


Nota: Adaptado de modelo IMDI, de Calderones M. & Gonzales A. (2016)

Con base a la adaptación de modelos IMDI, Calderones M. & Gonzales A. (2016) proponen un listado de actividades a desarrollar en cada uno de los escenarios, en ese sentido estos autores plantearon un “mapa conceptual que facilita la lectura de flujo de actividades verticalmente, y a su vez una lectura horizontal de aquellas actividades paralelas e

interdisciplinarios, además de la evaluación Interna (E.I.) y externa (E.E.)”, este se presenta a continuación:

Figura 5 Imagen del mapa conceptual construido con la propuesta de la creación del material didáctico tecnológico.



Nota: Mapa conceptual de la propuesta, de Calderones M. & Gonzales A. (2016).

Como conclusión del trabajo, los autores del trabajo afirman que el trabajo propuesto permitió organizar los procesos involucrados en la producción de materiales digitales aplicando el diseño como herramienta de estrategia y gestión, además de cumplir con el objetivo principal del trabajo.

La investigación realizada por Calderones M. & Gonzales A. (2016), brinda importantes aportes en el aspecto metodológico, ya que propone el modelo IDMI, el cual se basa en cuatro escenarios: pedagógico, comunicativo, tecnológico y contextual, dispuestos de forma circular y los cuales funcionan simultáneamente de manera interdisciplinar. Es importante recalcar que esta metodología presenta un momento exacto de evaluación interna sobre el diseño - producción - postproducción, los cuales son importantes, pero difíciles de implementar en una investigación como la que se proyecta hasta el momento. Por otro lado, el modelo adecuado por Calderones M. & Gonzales A. (2016) da pautas de las actividades a realizar frente a los escenarios implícitos en un MD mediados por las TIC.

Por otro lado, Morales M. (2012) realizó en el contexto mexicano un documento titulado “Elaboración de materiales didácticos”. Este documento es de naturaleza teórica, este se enfoca en plasmar seis unidades temáticas con relación a la elaboración de materiales didácticos. Sin embargo, en este análisis solo se tendrá en cuenta la unidad tres, debido que nos presenta algunos elementos para el diseño de un material didáctico de acuerdo con la pertinencia e interés de este trabajo de investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, la unidad tres plantea una secuencia de cinco fases. Morales M. (2012) menciona en el primer apartado los actores que interactúan y algunos elementos cuando se interactúa con un medio o material, en ese sentido este autor afirma que “los elementos que se presentan en la situación didáctica son: docente, estudiante, un contenido a aprender, un medio o material educativo que auxilia a ambos para aprender y a enseñar” (pág. 42).

Por su parte, Morales M. (2012) también menciona que “el material educativo es todo aquel instrumento que estimula el estado anímico e intelectual del aprendiz” (pág. 42). En ese sentido este instrumento debe ser muy perceptivo y/o llamativo para el estudiante, ya que, si el material le proporciona más sensaciones, el estudiante aumenta o se potenciará el aprendizaje de este.

Por otro lado, para el segundo apartado Morales M. (2012) afirma que “la eficiencia de los materiales se enmarca con el objetivo, la cual se relaciona con los contenidos, el grado de profundidad, el tipo de estudiante y el rol del docente frente al material ” (Pág. 43). Así mismo Morales M. (2012) cita en este apartado a María Montessori en la cual esta afirma que:

Los materiales deben ser cuidadosamente diseñados, atractivos, sencillos, teniendo en cuenta la edad del niño, deben progresar de lo sencillo a lo complejo, de lo concreto a los abstractos y estar confeccionado para que el estudiante encuentre en ellos sólo una dificultad por solucionar y no muchas (pág. 44).

Para el tercer apartado, Morales M. (2012) menciona que “los materiales didácticos han sido utilizados en todos los niveles de enseñanza, y son indispensable del diseño curricular la cual tiene en cuenta las instalaciones físicas de la institución, y la forma en cómo se planea los procesos de enseñanza-aprendizaje”(Pág. 46).

Para el cuarto apartado, llamado la adecuación de los materiales a los fines de la enseñanza, Morales M. (2012) cita las palabras de Peterssens, este afirma que los materiales deben “deben facilitar la comunicación profesor-estudiante”. Así mismo, Morales M. (2012) afirma que la educación ha de tener presente dos aspectos, uno relacionado al aspecto intelectual

(organización didáctica del contenido) y el aspecto en cuanto lo mecánico (La maquinaria y el equipo para materializar el mensaje).

Morales M. (2012) menciona que los materiales didácticos según sea su objetivo de elaboración estos pueden desarrollar el estudiante una singularidad de elementos, en ese sentido este autor afirma que los materiales didácticos podrían según el objetivo en promover la “apropiación de conocimiento, desarrollo de habilidades intelectual, verbales, comunicacionales, emocional y/o el desarrollo de competencias” (Pág. 48).

Morales M. (2012) en el último apartado llamado la evaluación del material, este apartado gira en torno a evaluación como un acto constante, asimismo es importante reconocer que algunos materiales son capaces o tienen lo necesario para evaluar, en ese sentido la evaluación debe ser coherente en cuanto a lo que se pretendía con el material didáctico.

Por otro lado, el apartado quinto proporciona cuatro criterios de evaluación, el primero en relación a lo Psicológico, la cual hace énfasis en que tan motivador es para el estudiante, la asertividad del lenguaje, para el segundo criterio el cual se centra en el contenido, este hace énfasis en la vigencia, veracidad y/o relevancia del conocimiento que se pretende enseñar-aprender, para el tercer criterio, este se basa en lo pedagógico, en este se verifica los objetivos propuestos de aprendizaje, así como también lo propuestos por María Montessori “información gradual, de lo fácil a lo difícil, de lo concreto a lo abstracto o de lo simple a lo complejo”, ya por último los factores técnicos del material, es decir la calidad del material en cuanto el entorno visual y auditivo que este puede presentar, la tonalidad del material, imágenes, entre otras, teniendo en cuenta las particulares de cada material didáctico.

Otro documento de investigación que sirvió de referencia para la realización de este proceso de investigación fue el realizado por Barrera M. y Riascos S. (2020), quienes realizaron un proceso de investigación en relación con el diseño y desarrollo de una narrativa interactiva para promover la comprensión pública de las ciencias, conceptualmente se enfocaron en el análisis de un asunto socio científico de la contaminación atmosférica. Cabe mencionar que el motor usado para el desarrollo de la narrativa Ren 'Py, es una aplicación que implica tener conocimientos de programación por parte del diseñador. Cabe mencionar que los autores aluden a la denominación de novela visual, como un sinónimo de narrativa interactiva.

Metodológicamente, esta investigación según los autores (Barrera & Riascos, 2020), se realizó en forma de “cascada”. En ese sentido, esta se desarrolló en 3 fases metodológicas, la primera se enfocó en la planeación del asunto socio científico, en ella se realizó una descripción, las regulaciones, repercusiones, entre otros; Del mismo modo, se plantea que, al ser una situación controversial, sería un escenario controversial en el cual los jugadores pueden no solo tener acceso sino controvertir a la información para lograr la comprensión pública de las ciencias.

La segunda fase se enfocó en el diseño de la novela visual, en ella se describe el escenario general y los personajes de la historia y las diferentes interacciones, roles, sucesos, entre otros, que se encontraran en la novela visual. Además, la descripción de los diferentes escenarios que se encontraran y la finalidad que tendrá dentro de la novela visual, posteriormente se retoma nuevamente la descripción de la novela visual en el cual, se enfatiza en puntualizar la historia, es decir, la escritura literaria de la historia con sus respectivas especificaciones con relación a los personajes, los escenarios y las situaciones de decisión.

En la tercera fase, los autores (Barrera & Riascos, 2020), se enfocaron en el desarrollo del prototipo de la novela visual, esta se enfocó en determinar la favorabilidad de utilizar como motor Ren 'Py, las posibles colaboración de la misma comunidad para resolver retos de programación y la posibilidad de realizar cambios a futuro en la novela visual; Así mismo, puntualizaron en el tamaño de las imagen que se utilizaron en la novela visual, además, de la representación funcional en los apartados de decisión de los jugadores, para ello realizaron unas descripciones de programación y representación visual de estas, teniendo en cuenta el programa motor utilizado.

Finalmente, en las conclusiones (Barrera & Riascos, 2020) mencionan que usar el contexto controversial de los asuntos socios científicos en las novelas visuales es muy asertivo, ya que permite darle a la historia un factor de interés social, político, ético y científico, así como también, situaciones polémicas los cuales promueven la interactividad y diferentes rutas de aprendizaje, además de que, el asunto socio científico permite traer escenarios cotidianos y de aprendizajes situados. Otro rasgo mencionado por los autores se enfoca en lo dispendioso del diseño y en la necesidad de tener en el grupo de trabajo un profesional de la educación, ya que este aporta de manera considerable para la creación de los escenarios, personajes, roles, situaciones problematizadoras, entre otros, por tanto, requiere de una fundamentación disciplinar, pedagógica y didáctica.

En la “IV Jornada de experiencias educativas innovadoras en el Centro Universitario” una experiencia escrita y realizada en el marco de esta investigación fue planteada por Redondo M. (2018) el cual se enfocó en el diseño de narrativa digital interactiva (NDI), de manera colaborativa entre estudiantes universitarios de diferentes campos de conocimiento. Lo

anterior se realizó con la finalidad del desarrollo de competencias digitales y comunicativas en estos estudiantes.

Metodológicamente, la investigación realizada por la autora (Redondo M., 2018), tuvo como base unas recomendaciones del autor Miller (2014), quien establece siete apartados, que se enuncian a continuación:

1. Definir la premisa y el propósito
2. Definir la audiencia
3. Escoger el medio, la plataforma y el género narrativo
4. Rol del usuario y punto de vista
5. Estructura e interfaz
6. Interés del usuario
7. Estética y sonido general

Además de esto en el desarrollo del proceso se decide tener en cuenta dos elementos más para la creación del NDI,

8. Planificar la interactividad
9. Establecer navegación

Cabe mencionar que el artículo no especifica que se realizó en cada ítem, no obstante, los apartados permiten ilustrar la linealidad de trabajo realizado. A modo de conclusiones, la autora (Redondo, 2018) destaca que, para la creación del NDI el motor utilizado fue PowerPoint, ya que es un programa que permitía el diseño de interfases con elementos animados, interacciones y efectos. Por lo anterior, esto causó asombro en los estudiantes del curso al ver que este programa tan común, posibilitaba la creación del NDI, del mismo modo, permite trascender la utilización informativa de este tipo de tecnología hacia otra mucho más constructiva y mucho más interesante para la creación de NDI.

4. MARCO TEÓRICO

Para el marco teórico tendremos seis puntos importante a desarrollar, el primero tiene relación a una mirada a la diversidad conceptual desde los materiales educativos hasta los medios didácticos; los medios didácticos tecnológicos y las narrativas interactivas digitales; el diseño y elaboración de medios didácticos tecnológicos, medios didácticos tecnológicos con enfoque en conocimiento científico o conocimientos de las ciencias naturales; el papel del profesor en el diseño y elaboración de medios tecnológicos; por último y no menos importante, este punto se relaciona con la problemática ambiental y los Asuntos Socio Científico (ASC), y las problemáticas de la explotación minera.

4.1. Los medios didácticos tecnológicos

En este apartado es importante como primera instancia reconocer las bifurcaciones en relación a las conceptualizaciones de la terminología de recurso, material o medio didáctico, así mismo resaltar las particularidades que los denota; Teniendo en cuenta las conceptualización anterior, el apartado tecnológico se ha incorporado y se han hecho o realizados medios didácticos tecnológicos, del mismo modo tendremos la tipología que se presentan en los medios didácticos tecnológicos, por último se enfatizará en las narrativas interactivas digitales como un tipo de medio didáctico tecnológico funcional o que podría ser útil para poner en contextos Asuntos Socio Científicos (ASC).

4.1.1. El debate de la conceptualización de los recursos, materiales y medio didáctico

En primera instancia, se debe mencionar que no existe un consenso generalizado sobre la conceptualización de los materiales, recursos, y medios didácticos o educativos. Al respecto,

Morales M. (2012) consideran que no existen diferencias entre ellos, en ese sentido afirma que:

A través del tiempo, el significado de materiales didácticos se le ha llamado de diversos modos, como es: apoyo didáctico, recurso didáctico, medio didáctico, siendo el concepto de material didáctico más utilizado, así mismo, resalta que estos materiales son un conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje (Pág.10).

En síntesis, este autor acoge los tres términos como si se tratase de un solo concepto.

Esta situación es reincidida por autores como Area M. (2019) quien acota que los medios, recursos o materiales didácticos, son uno mismo, así mismo, este menciona que estos son “presentaciones didácticamente el contenido o conocimiento, facilitan las actividades de aprendizaje del estudiante, apoyo en las tareas del docente de planificación y desarrollo de la enseñanza y por último hace mención que en algunos casos funcionan para evaluar el aprendizaje” (pág.4).

Sin embargo, también existen autores que sí han reconocido la existencia de rasgos diferenciadores entre ellos. Uno de estos autores es Sarmiento S. (2007) quien después de realizar una búsqueda frente a los que representa medios o materiales didácticos, y la diferencias con los recursos didácticos, llega a aceptar la definición realizada por Marqués P. (2000) la cual menciona que “los medios didácticos es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por otro lado, los recursos educativos es cualquier material que, en contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades” (pág. 1).

Teniendo en cuenta lo planteado, es necesario reconocer la diversidad semántica y conceptual existente en relación con conceptos como recurso educativo, material educativo y medio didácticos. Sin embargo, en el desarrollo de esta investigación reconocemos diferencias entre ellos asumiendo la planteada por Marques P. (2000) el cual destaca que los medios didácticos con aquellos materiales diseñados y creados con finalidades educativas, para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje, mientras los recursos educativos son cualquier material que se pueda usar en un proceso educativo sin ser creados con esa intencionalidad; De acuerdo con ella se hará énfasis en los medios didácticos por sus orígenes de diseño y sus características especiales para facilitar la construcción del conocimiento.

Al respecto, Marqués P. (2000) hace una revisión acerca de los significados asignados al término medio didáctico, obteniendo que ha tenido diferentes conceptualizaciones, desde planteamientos generales hasta conceptualizaciones más restrictivas, precisas y contextualizadas. Sin embargo en toda esa variedad de definiciones se destacan aspectos tan importantes como: primero, la intencionalidad didáctica explícita bajo la cual es creado este medio; segundo, la posibilidad que brindan estos medios al estudiante de captar una realidad mediada y con ello promover el desarrollo de habilidades cognitivas; y tercero, la posibilidad de servir de mediador didáctico entre la información y la construcción del conocimiento por parte del estudiante generando mejores aprendizajes. (Viafara R., 2015)

4.1.2. Los medios didácticos tecnológicos (MDT) y su tipología.

Para este apartado es importante mencionar que los medios didácticos se han articulado o se han acoplado al factor tecnológico, en ese sentido estos se han fortalecido notablemente ya que, este formato tecnológico permite explorar y explotar potencialidades que brindan las Tecnologías de la información y la comunicación, tales como: la interactividad, la representación multimodal y la incorporación de grandes cantidades de información de forma

multivariada en forma de animaciones, sonidos, textos, gráficos y videos con los cuales se puede interactuar sin las limitaciones de tiempo o espacio, de acuerdo a las necesidades y capacidades del usuario respetando el ritmo de trabajo, los estilos de aprendizaje y sin temores al error y al castigo. (Viafara R., 2015)

Estos medios son denominados, Medios didácticos tecnológicos (MDT) y nos permiten crear o enriquecer ambientes de aprendizajes con mejores condiciones pedagógicas para que el aprendiz pueda construir nuevos conocimientos, habilidades y competencias de manera gradual, colaborativa y situada, a partir de la interacción con experiencias reales o simuladas y/o procesos de análisis, reflexión, construcción y comunicación de conocimientos. (Viafara R., 2015)

Ahora bien, a partir de la popularización y apropiación de la tecnología en los diferentes ámbitos de la educación, los medios didácticos tecnológicos han tenido el reconocimiento y el surgimiento de una gran cantidad y variedad de recursos con características, usos y potencialidades diferentes en el campo de la educación científica. Por esta razón, también se ha vislumbrado nuevas necesidades y posibilidades con relación al diseño y elaboración de diferentes medios didácticos tecnológicos, lo cual, se convierte en un punto importante para tener en cuenta.

Marques P. (2000). en relación con los medios didácticos tecnológicos, el factor tecnológico es el criterio de clasificación, para ellos se necesita del soporte (Hardware); en ese sentido este autor separa a los MDT en medios audiovisuales tales como proyección de imágenes, audios o audiovisuales y desde el apartado de las nuevas tecnologías a los programas informáticos, servicios telemáticos y los televisivos o vídeo interactivos.

De lo anterior, desde el apartado de los programas informáticos podemos encontrar como ejemplos, los videojuegos, actividades de aprendizaje, multimedios, enciclopedias, animaciones, simulaciones interactivas, narrativas interactivas, etc. (Marques P., 2000). Así mismo, Ruiz M. & Duarte J. (2018) hace también mención de una variedad de medios didácticos tecnológico, en sentido, este los nombra Materiales Educativos Computarizados (MEC) afirmando que:

Dependiendo del objetivo, el tiempo en el cual se vaya a utilizar o incluso la complejidad del diseño, hay una gran tipología de estos, por ejemplo, material de tipo algorítmico, de ejercicios y prácticas, sistemas tutoriales, heurísticos, juegos educativos, simuladores, micro mundo exploratorio, sistemas expertos y tutores inteligente, entre otros. (Pág. 5).

Con el pasar del tiempo, también se han comenzado a buscar otras estrategias para los medios didácticos tecnológicos, en ese sentido otras tipologías de medios didácticos son las narrativas, un ejemplo de ello es la propuesta hecha por Barrera J. & Riascos I. (2020) en la cual por medio de la narrativa, específicamente la interactiva, diseñaron y elaboraron esta como trabajo de grado, esta tiene como título “Diseño y desarrollo de una narrativa interactiva para promover la comprensión pública de las ciencias”.

4.1.3. Narrativas digitales interactivas (NDI)

Dentro de esta categoría de MDT, existen un alto número de posibilidades y en la actualidad ha venido tomando auge el uso de las narrativas digitales interactivas (NDI), y en palabras de Rodríguez I. y Molas C. (2014) plantea que:

La incorporación de la narrativa transmedia a la educación formal se plantea bajo la hipótesis que es una herramienta adecuada para poner en práctica, entre otros, una

buena comprensión, apropiación y remediación de contenidos con un componente motivacional fruto de la interpelación directa a la actividad de los estudiantes. (Citado en Tipantuña J., 2019) (Pág. 4-5).

Cabe destacar que existe una amplia variedad de narrativas digitales interactivas en cuanto a sus estructuras, diseño y elaboración

Koenitz, Ferri, Haahr, Sezen & Sezen (2015) mencionan el significado de las narrativas digitales interactivas (NDI) en las cual mencionas que “los NDI son una forma de contar una historia utilizando las ventajas de las tecnologías digitales, es decir historias en medio digital en las cual se requiere la participación actividad de las personas” (Citado en Redondo, 2018. Pág. 11) o bien el caso de la educación, de la participación de los estudiantes.

Según Redondo M. (2018) los NDI por su carácter interactivo una relación triangular entre el creador, el NDI y el lector, en la cual su posición ya sería solo leer sino también participar. Además, menciona que es posible a través de juegos e interacción enfocado en la resolución de retos o también creando navegaciones el cual permite elegir diferentes alternativas, es decir laberintos hipertextuales en la cual la unidad textual, muta en unidad de imágenes en los que se puede saltar, detenerse, navegar, apropiarse y circular en el NDI”(Pág. 11).

Si bien, la narrativa interactiva digital son en esencia una narrativa, la cual cuenta una historia, estas pueden contener conocimientos de la ciencia escolar y la asociación con contexto específicos, adicionalmente debido a su naturaleza interactiva permite la participación del estudiante en la construcción no solo de conocimiento, sino que también, desde los apartados procedimentales y actitudinales. Según Henry J. (2003) los NDI están en constante flujo de contenidos, por su parte, este se compone de un mensaje y una historia a

través de medios digitales, en donde se construye un universo cargado de significado el cual le permita al estudiante sumergirse en la experiencia de forma activa, contribuyendo con su participación y construcción del contenido (Citado en Isassi J. & Treviño F., 2015)(Pág. 13-14).

Al respecto, Mestre J. (2018) realizó una recopilación de las estructuras de la narrativas interactivas la cuales son muy funcionales o han de tenerse en cuenta a la hora del diseño y elaboración del medio didáctico tecnológico, en ese sentido este autor recogió un estimado de siete estructuras (Lineal, Ramificada, Espina de pescado, Dinámica, Concéntrica, Narrativa en hilo y Narrativa paralela), las cuales teniendo en cuenta la pertinencia de la investigación consideró pertinentes plasmar solo dos de las estructuras a continuación, con sus diferentes pros y contras según el autor.

Teniendo en cuenta lo anterior, la primera estructura a plasmar es la narrativa Ramificada, Mestre J. (2018) afirma que:

Esta estructura es un abanico de contenidos, donde tiene un punto inicial de la narración y posteriormente mediante la interacción del estudiante, este va teniendo varias terminales la narración, dándole un control al estudiante en cuanto a la guía de la narración digital al ser interactiva, como ventajas encontramos la posibilidad de que el estudiante tome decisión en la historia, por otro lado, este autor afirma que los puntos negativos de este modelo es que obliga a escribir, diseñar y producir más para los productores o creador del mismo, así mismo, recalca que el creador pierde el control y el manejo del mismo, siendo este más complejo. (Pág. 1)

En segunda instancia, encontramos la narrativa Espina de Pescado, Mestre J. (2018) en la página web menciona que:

Esta estructura posee una organización en la cual le permite al estudiante desviarse y explorar pequeñas sub-historias, pero siempre regresa al hilo conductor de la historia principal, en ese sentido las ventajas de esta estructura se basan en la manejabilidad del productor o creador y el foco hacia la trama central, por otro lado, en las contras encontramos que es un proceso no tan interactivo y su variabilidad de la narrativa es baja en relación a la interactividad con el estudiante” (Pág. 1)

4.2. Metodología de diseño de medios didácticos

El apartado de diseño de medios didácticos es un elemento muy importante para el proyecto de investigación, ya que primeramente recoge aspectos en relación al conocimiento científico, así como también sus limitación y como los medios didácticos tecnológicos podrían ayudar a ello, así mismo denotar la importancia de que los diseños de medios tecnológicos se encuentren integrados profesionales en pedagogía para posteriormente tamizar en las fases que presentan los antecedentes en relación al diseño de MDT.

4.2.1. La naturaleza del contenido científico

Jiménez A. (2003) menciona que la enseñanza de un contenido en las ciencias naturales es un proceso bastante complejo debido a naturaleza de este, adicionalmente la sociedad en la que nos encontramos se encuentra en cambios muy acelerados, por tanto, el profesor debe buscar una variedad de metodologías las cuales contribuyan a subsanar la necesidad social, asimismo, referente al conocimiento que hay que enseñar al alumno, la cual se sea funcional para el estudiante. (Citado en Vera M., Lucero I., Stoppello M., Petris R. Giménez L., 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, las sociedades se han organizado en el sistema educativo globalizado, en ese sentido, Vera et al. (2018) menciona que la educación secundaria en Argentina se ha caracterizado por el concepto de alfabetización científica y el enfoque de CTS. Habría que decir que este carácter del sistema educativo argentino, no difiere del que se encuentra en Colombia, esto lo vemos reflejado en cómo se están evaluando las pruebas ICFES, según ICFES (2019) las pruebas evalúan:

La capacidad del estudiante de comprender nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, además de habilidades de explicaciones basándose en la observación, habilidades para indagar, cabe aclarar que las pruebas no buscan evaluar de forma estricta sino también la reconstrucción del conocimiento existente, razonar, tomar decisiones, resolver problemas, pensar rigurosamente y valorar de manera crítica los conocimientos (Pág. 39).

Ahora bien, las tecnologías hoy en día representan un elemento muy importante tanto socialmente como individual, por tanto, este debería de ser tenido en cuenta para el proceso de enseñanza-aprendizaje, así mismo estos procesos de enseñanza aprendizaje deben estar en el marco del factor de la contextualización del conocimiento, en donde el estudiante vea reflejado implícita o explícitamente los conocimientos aprendidos de las ciencias naturales en su quehacer (Vera et al., 2018). Partiendo de lo planteado por el anterior autor, es importante decir que los contenidos de las ciencias naturales también han de ser visibles en el contexto cotidiano, como forma de explicación o de entender un paradigma o suceso específico.

Las tecnologías en el campo educativo y específicamente en la física y en la química, han ahondado en algunas cosas en las relaciones comunicacionales del profesor-estudiante, por aparte otros aportes han sido la integración de las tecnologías por medio de materiales o

medios educativos tecnológicos, los cuales han permitido desarrollar entornos específicos, un ejemplo de ellos han sido los laboratorios virtuales. (Vera et al., 2018), del mismo modo estos autores mencionan otros softwares, como lo son los programas de modelación y los simuladores.

Por otro lado, Alejandro A. (2004, en Cruz y Espinosa, 2012) hace mención en relación las tecnologías y el profesor, en ese sentido afirma que “No se puede involucrar únicamente las tecnologías, pues por sí solo no logran los objetivos esperados; sin un enfoque pedagógico adecuado, estas mismas tecnologías podrían tener un efecto negativo” (Citado en Vera et al., 2018). En ese sentido, es importante tener en cuenta que papel tienen que cumplir los actores implicados en el proceso donde las TIC son mediadoras del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Vera et al. (2018) menciona que en la medida que de diversifiquen los materiales, tecnologías y métodos de enseñanza, estos enriquecen y mejoran la calidad en pro de resolver problemas y toma de decisiones, el trabajo individual-grupal, ensanchamiento intelectual y la aplicación de los conceptos en las prácticas, es decir un mejoramiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Teniendo en cuenta la afirmación realizada en el anterior párrafo, se han hecho investigaciones en relación a implementar que la enseñanza-aprendizaje tenga muchas más alternativas, sin embargo estas investigaciones se limitan en algunos campos en relación a la cantidad de medios didácticos tecnológico, un claro ejemplo son las narraciones tecnológicos interactivas, en este campo las investigaciones se han desarrollado más en las etapa inicial o

de nivel escolar primera, Adicionalmente, este campo tiene una baja cantidad en cuanto a la relación de los conocimiento de las ciencias naturales.

Tipantuña J. (2019) menciona que:

El uso de las narrativas digitales como recursos didácticos y su aplicación en el campo educativo es significativo, ya que permite conectar al estudiante y persuadirlo a aprender un conocimiento, transformando esa educación que se limita a la memorización de información, en ese sentido, las narrativas interactivas digitales permiten ser posible el aprendizaje de una manera singular (Pág. 3).

Tipantuña J. (2019) afirma que:

El uso de la narrativa digital puede ser potencial para el aprendizaje permanente, como una propuesta para enganchar, entusiasmar y despertar la curiosidad del público objetivo por aprender y conseguir su objetivo de formarse para el empleo o cualquier actividad de aprendizaje que incorpore mejorar sus conocimientos, competencias y actitudes de todo tipo” (Pág. 3). Teniendo en cuenta esas menciones, sería importante el diseñar y elaborar una narrativa interactiva multimedia enfocada en un conocimiento de las ciencias naturales, la cual se pueda plasmar desde un contexto local.

4.2.2. El papel del docente en el diseño del MDT

Para empezar, es importante conocer que la formación profesional que reciben los docentes en formación en la actualidad, caso particular es con licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la universidad del valle, para ello se ilustra a continuación un apartado de la descripción de la carrera universitaria, está la podemos ver en la página web del pregrado de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental (s.f.):

El Programa Académico Licenciatura en Educación Básica, Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, tiene como eje transversal curricular la preparación de un profesional cuyo objeto de estudio, reflexión e investigación es la formación de educadores en ciencias naturales y educación ambiental. Esta propuesta parte de considerar como razón de fondo la base pedagógica de la educación en el sentido de su teoría, y su correspondiente práctica de una cultura científica para el desarrollo del Valle del Cauca y el país (Pág. 1)

Teniendo en cuenta esa descripción del programa mencionado, la descripción planteada cuenta con un objetivo el cual involucra el conocimiento pedagógico y el conocimiento del contenido, así mismo el factor investigativo. No obstante, teniendo en cuenta el apogeo que las tecnologías en la educación, sería importante recalcar que las tecnologías deberían hacerse más evidente dentro de la descripción y del pensum mismo, puesto que hay materias con eje tecnológico, pero estas son muy pocas para el perfil docente, sin embargo, no es un impedimento para que los docentes en formación centren sus investigaciones en el diseño y elaboración de medios didácticos tecnológicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante como docentes en formación buscar las formas de conocimiento que nos sirvan para mediar tres factores importantes; “estos tres factores son el contenido, la pedagogía y la tecnología el cual forman el núcleo del marco de trabajo (TPACK).”(Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W.,2015). Teniendo en cuenta que la academia se centra mucho en las bases del contenido y de la pedagogía, es importante hablar del componente tecnológico y cómo integrarlo en los espacios educativos, puesto que en la actualidad las tecnologías son el apogeo no solo porque podemos acceder de forma inmediata a la información, sino porque son un elemento con el cual podemos mejorar las prácticas

educativas, usándola de forma didáctica o incluso en el diseño y elaboración de un medio didáctico tecnológico.

En relación con los anterior, las tecnologías muestran una evidente transformación paulatina, que complejiza el proceso educativo, ya que, al tener un formato transformador, las interacciones y el entendimiento de este, además de un acto de constante estudio por parte del docente.

Koehler et al. (2015) nos da una concepción sobre la naturaleza de las tecnologías, la cuales nos indica que las nuevas tecnologías digitales, son flexibles, inestables y opacas; presentando nuevos desafíos a los docentes que se esfuerzan por usar más tecnología en su enseñanza. Así mismo, Borrás (1997) habla sobre “el impacto de Internet (la Red) y su uso en el medio educativo donde debemos reflexionar sobre la gran variedad y cantidad de información, su dinamismo, su actualización, el crecimiento permanente, la volatilidad y la estructura del medio, la libertad, así mismo, el entorno social y cultural. Teniendo en cuenta los desafíos que refleja este precedente tecnológico es necesario comenzar a construir puentes de interacción, los cuales nos puedan ayudar a superar estos desafíos y así poner en acción las tecnologías, sino que también nos permita pensarnos en estrategias que involucren las tecnologías, un ejemplo de ello podría ser el diseño y construcción de propuestas o medios didácticos con formato tecnológico.

Para ello, hay que comenzar con el conocimiento del contenido tecnológico, este conocimiento no solo se trata del uso de las tecnologías en el aula sino una comprensión más profunda el cual pueda llevar el conocimiento a través de otras alternativas como simuladores, multimedia, fotografías, entre otras, además del uso que se le puede dar a estas alternativas o porque no el crear nuevas alternativas. En ese sentido, no sólo las tecnologías

son un factor importante, sino que también es importante que se involucren los profesores o se preocupen por hacer o usar las tecnologías, de esta manera, en la línea de diseño y elaboración de medios didácticos tecnológicos se denota que el docente debe ser un actor muy proactivo y ver los beneficios que trae en pensarse en estas alternativas didáctica tecnológica, a lo anterior, Gómez M. (2012) menciona que “los materiales diseñados y elaborados por el profesor puede enriquecer el sistemas de enseñanza, ya que dicho recursos será creado, tomando como referencia el contexto metodológico (Necesidades y características de los alumnos y objetivos que se pretenden conseguir)”(P.24)

Koehler, et al. (2015) define el conocimiento sobre la tecnología;

La definición de TK usada en el marco TPACK es cercana a la de Fluidez de la Tecnología de la Información (FITness) tal como la propone el comité de Alfabetización en Tecnologías de la Información del Consejo Nacional de Investigaciones en Estados Unidos. Ellos sostienen que la FITness va más allá de nociones tradicionales de alfabetización en computación y requiere que las personas comprendan ampliamente la tecnología de la información lo suficiente para aplicar productivamente al mundo y a sus vidas cotidianas (Pág. 7).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante recalcar que esta comprensión tecnológica ha de ser un puente para conectar con relación al diseño y elaboración de medio de didácticos tecnológico, ya que, si se comprende y tiene un amplio conocimiento en ellos, este te permitirá pensar en nuevas alternativas o porque no mejorar un proceso de aprendizaje-enseñanza.

Asimismo, otro conocimiento que se debe tener en cuenta son los conocimientos pedagógicos-tecnológicos, este es un factor importante puesto que en este apartado están

integrados la parte pedagógica con la tecnología, en esta integración existen limitaciones, una de ellas es el desequilibrio que se puede generar en la relación al conocimiento pedagógico tecnológico, por una parte los conocimiento pedagógico son más de forma teórica por parte del docente en formación y en cuanto a lo tecnológico un factor sería el interés o no en relación a las TIC, ya que va a depender de los gustos propios y de la versatilidad que tenga este para comprender, además de estar en constante nutrición de este conocimiento tecnológico, Koehler, et al. (2015) menciona que “los educadores deben desarrollar nuevas maneras de entender y acomodar la complejidad de las tecnologías integrando las enseñanza” (Pág. 5).

En efecto, es de suma importancia una constante transformación de los mapas mentales con relación al campo de la tecnología, puesto que este, según las evidencias descritas cambian y se construyen nuevas alternativas constantemente, en ese sentido, los docentes deben estar en constante aprendizaje de las nuevas alternativas que nos van ofreciendo cada día para así tener en cuenta en el uso o en la creación de nuevas alternativas en contexto específico.

Así mismo, es importante afirmar que este factor, ha de ser un proceso de construcción teórica, en la cual se logren abordar y comprender las ventajas de diseñar, elaborar o poner en apuesta una estrategia tecnología para la enseñanza, en ese sentido, los docentes en formación pueden responder a ello, siempre y cuando tenga interés en la búsqueda continua y proactiva de objeto tecnológico con gran potencia, para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje ya sea poniéndolo en uso lo ya creado o crear por cuenta propia un medio didáctico, en este caso tecnológico.

4.2.3. Las fases del diseño del MDT

El diseño y elaboración de medios didácticos tecnológicos varían en autores ya que, plantean diferentes aspectos estructurales y/o de formas de proceder con relación al diseño y elaboración de un medio didáctico tecnológico. Teniendo en cuenta lo anterior, Leguizamón G. (2011) han planteado que:

Para la elaboración de un software educativo es necesario tener en cuenta aspectos tanto pedagógicos como técnicos; su desarrollo consiste en una secuencia de pasos que permiten crear un producto adecuado a las necesidades de los estudiantes, necesidades que deben ser rigurosamente analizadas por la persona que elabora el material. (Pág. 5). (Citado en Ruiz M. & Duarte J., 2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, Calderone M. & González A. (2016) no solo mencionan lo pedagógico y técnico o tecnológico, sino que acotan otros dos puntos a tener en cuenta, para este caso el apartado contextual y comunicativo, ampliando que desde el aspecto contextual este comprende o tiene como objetivo la determinación de las necesidades educativas, el perfil del destinatario, necesidades frente a qué se necesita para que el material didáctico tecnológico se pueda usar en un contexto específico (Pág. 7). por otro lado, estos autores frente al aspecto comunicacional mencionan que son toda la clarificación de las interacción, estructura y presentaciones de los contenidos la cual puedan ser comprendido e interiorizados por el estudiante (Pág. 8). Habría que decir que, los autores para cada aspecto generamos una serie de preguntas o puntos sea el caso, para el diseño y la elaboración del medio didáctico tecnológico sea de la mejor manera concebida.

De los antecedentes previamente mencionados en el inicio de la investigación, las fases de alguna u otra manera no son tan distante, ya que, como primera partida, parten de la

constitución escrita de la creación del medio didáctico tecnológico, es decir la fase de inicio donde se tiene en cuenta aspectos tecnológicos, pedagógicos, comunicacional y del contexto (Area M., 2019) o para actores como (Calderones M. & Gonzales A., 2016), una denominación de preproducción.

Del mismo modo, autores como (Area M., 2019. Calderones M. & Gonzales A., 2016) mencionan que posterior a la preproducción, hay una segunda fase de diseño del MDT, donde se fijan las características formales, la concepción de lo que se desea diseñar y para el caso de un NDI, la creación de los guiones literarios.

Así mismo, autores como Redondo M. (2018) a partir de una experiencia universitaria, el cual se llama diseño de narrativas digitales interactivas, fue acotado en el documento realizado por el centro universitario Cardenal Cisneros, este se llama “IV Jornadas de experiencias educativas innovadoras en el Centro Universitario” realizado por Sánchez S. & Sánchez C. (2018). Por lo anterior, en esta experiencia, se realizó con base al antecedente de (Miller, 2014) el cual establece 7 apartados, no obstante, debido al curso se le anexaron 2 apartados más la creación del NDI, cabe mencionar que el artículo no especifica que se realizó en cada ítem, no obstante, los apartados permiten ilustrar la linealidad de trabajo realizado, este se presenta a continuación:

1. Definir la premisa y el propósito
2. Definir la audiencia
3. Escoger el medio, la plataforma y el género narrativo
4. Rol del usuario y punto de vista
5. Estructura e interfaz
6. Interés del usuario

7. Estética y sonido general

Pasos anexados a partir de la experiencia

8. Planificar la interactividad

9. Establecer navegación

Finalmente, luego del diseño o planeación, se establecen también más pautas, ligadas directamente con la creación y elaboración del MDT y en caso más específico del NDI, es decir, que ilustraciones se van a hacer uso, el tipo de botonera, que tipo de animación van a ir en el medio didáctico tecnológico, dimensiones de la pantalla, además de tomarse en cuenta estas pautas, un aporte frente al desarrollos del NDI, es utilización de plataformas como PowerPoint (Redondo, 2018) la cual según el autor, es una herramienta de fácil acceso no solamente para el usuario, sino también para el creador al ser muy intuitiva, además de las elementos que provee como el diseño de interfaces, animaciones, sonidos, videos, efectos (Redondo, 2018).

4.3. Las problemáticas ambientales y los Asuntos socio científicos en la educación en ciencias

Las problemáticas ambientales hoy en día se han convertido en elementos muy importantes a nivel social, ambiental y educativo, debidos a los continuos desastres o actividades que consciente o inconscientemente afectando la estabilidad ambiental y climática del planeta. Debido a lo anterior, se considera que se debe de preparar los estudiante o futuros ciudadanos para afrontar este tipo de situaciones e incluso tomar decisiones o postura para prevenirlas o mitigarlas. Al respecto, este ítem enfatiza en denotar que son las problemáticas ambientales, para luego enfatizar en los Asuntos Socio-Científico (ASC), en los cuales se vinculan los problemas sociales y ambientales, además del papel del conocimiento científico o conocimiento escolar en la educación.

Finalmente, es importante denotar que la problemática ambiental escogida para este proyecto de investigación, es la problemática relacionada con la explotación ilegal minera con mercurio, sus afectaciones hídricas, atmosférica y de bioacumulación en los seres vivos.

4.3.1. Las problemáticas ambientales

Las problemáticas ambientales son todos los fenómenos en los cuales debido a factores naturales o antropogénicos se causan desequilibrios ambientales. Es importante afirmar que el factor antropogénico es hoy en día el de mayor impacto ambiental, debido al intento descontrolado de suplir las crecientes necesidades de la sociedad, en cuanto al uso o servicios de los recursos naturales. Por su parte, Vargas R. & Fernández S. (2018) menciona que:

los seres humanos han existido gracias a la naturaleza, pero debido al abuso por parte del hombre en cuanto el uso excesivo de los recursos renovables y no renovables, este ha generado varios problemas ambientales, dentro de los que se destacan la pérdida de biodiversidad, contaminación, adelgazamiento de la capa de ozono, cambio climático, entre otros; Causando un desequilibrio ecológico hombre-naturaleza.

Teniendo en cuenta lo anterior, existe una amplia variedad de problemas ambiental que preocupan en la sociedad actual, no obstante, en este caso se enfatiza en los problemas ambientales relacionados con la contaminación del agua de ríos por depósito de metales pesados como el mercurio, ya que los ríos son un componente fundamental del recurso hídrico, por tanto, una fuente primaria de consumo del agua dulce para la sociedad. Además, se debe reconocer que el agua dulce presente en los ríos, representan un porcentaje bajo de este líquido a nivel mundial, en comparación con las aguas con concentraciones de salinidad alta. Al respecto, de la Torre F. (2017) menciona que:

En la tierra hay aproximadamente 1.386 millones de kilómetros cúbicos, de la cual el 97% corresponde a agua salada, el 3% restante corresponde agua dulce de la cual solo

el 0.5% es posible su utilización, tanto para la humanidad como para los ecosistemas donde se encuentra (Pág. 4).

4.3.2. La conceptualización de los ASC

En la educación actual, se debe enfocar no solo en la enseñanza de conocimientos científicos o conocimiento escolar, sino que el conocimiento construido debe de ser de gran relevancia e importancia y debe convertirse en un elemento argumentativo, el cual el estudiante puede tener en cuenta en el momento de tomar decisiones frente a sucesos de la vida diaria, en su desempeño como ciudadanos. Al respecto, Bybee (1991) menciona que “Las personas nos vemos a diario en situaciones en las que debemos decidir en una gran variedad de asuntos muy relacionados con la ciencia y la tecnología en el contexto de problemas de gran actualidad y relevancia y cuyas repercusiones no sólo nos afectan individualmente, sino también a nivel global.” (Citado por Ramos E. & Ruz T., 2010) (Pág. 1)

En relación con los contextos de problemas, estos hacen referencia a situaciones no solo sociales, sino también contextos ambientales, en ese sentido, debido a que las problemáticas ambientales van en ascenso, este contexto se convierte en elementos de muy importante a denotar en los espacios educativos. Ramos E. & Ruz T. (2010) afirman que:

los problemas socio-científico son en últimas un contexto donde aprender, así como también de índole procedimental, actitudinal y de valor, ya que esta acontece problemas reales y cercanos al contexto del estudiante, por otro lado, el autor para los contextos ambientales denota a estar como problemas socioambientales, por tanto, un asunto socio científico (ASC) (Pág. 2).

4.3.3. La problemática de la explotación ilegal minera como ASC

La explotación minera con mercurio es un problema ambiental que ha venido aquejando a Colombia, y más hoy día con la sobrevaloración del oro, provocando así que muchas personas quieran obtener este recurso de manera legal o ilegal, además de que, en Colombia en varias zonas, los ríos poseen oro, atrayendo a más personas a esta práctica. Rojas D. (2010) afirma que “el territorio colombiano cuenta con ambiente metalogénicos propicios que le han permitido al país posicionarse en el sector minera del oro a nivel mundial” (Pág. 14-16).

Al respecto, la explotación minera con mercurio, por lo general de forma ilegal, son procedimientos y técnicas, las cuales recurren en la utilización de mercurio. Al respecto, Restrepo G. (2015) menciona además que:

Esta práctica, particularmente en el departamento del valle del cauca es algo ligado a la tradición histórica y familiar, está a su vez vincula tanto personas de zona como a grupos armados, debido al aumento del oro en el mercado internacional (Pág. 4).

De lo anterior, Restrepo G. (2015) en primera instancia recalca las particularidades del mercurio, esta afirma que:

el mercurio es un metal pesado, la cual se encuentra a nivel naturales como sulfuro de mercurio o cinabrio (HgS), con una característica nula de ser alterado o transformado, por otra parte, el mercurio se usa como un separador entre el oro y las impurezas, formando así un amalgama, facilitando la separación de roca, arena, u otros materiales, donde posterior mediante un proceso de calentamiento del amalgama, ocasionando una separación entre el mercurio y el oro extraído, una parte del

mercurio se pierde en forma gaseosa y otra parte se diluye en el agua cuando se lava el oro resultante (Pág. 3-4).

Además, Restrepo G. (2015) afirma que “el mercurio liberado circula a nivel natural o antropogénico, de forma gaseosa, líquida y sedimentos en los suelos” (Pág. 3). por su parte, este autor menciona la peligrosidad del mercurio en cualquier estado de la materia, ya que “este por su naturaleza no se degrada, sino que reacciona con otros elementos en la naturaleza, el cual le permite bioacumularse en el tejido graso, y afecta el sistema nervioso, además del tejido cerebral” (Pág. 4).

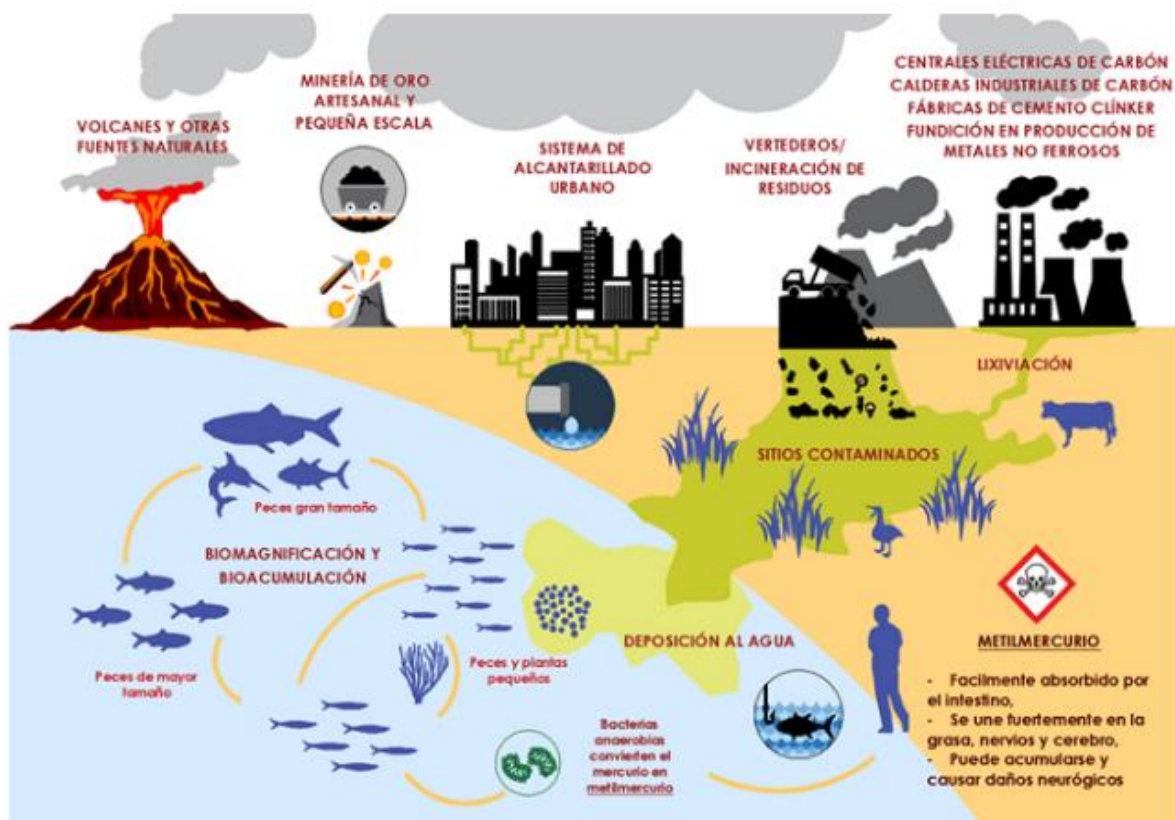
En relación con el mercurio, Blesa M. & Castro G. (2015) menciona que “el mercurio es conocido desde hace ya bastante tiempo donde había el apartado de la alquimia con una propiedad líquida de color plateado en temperatura ambiente, además este elemento es algo denso, con posibilidades de volatilidad a temperatura ambiente, este elemento se utiliza en algunos elementos como lo son los termómetros, barómetro, pesticidas, pinturas, pilas, bombas de vacío o como catalizador” (Pág. 14, 40, 76). Teniendo en cuenta algunas de las características que presenta el mercurio de una u otra manera ha funcionado como material para construcción de algunos objetos.

Así mismo, Blesa M. & Castro G. (2015) afirma que el mercurio “tiene una configuración electrónica en la química cuántica de $6s^2$, del mismo modo tiende a perder con facilidad electrones, por tanto, su estado de oxidación puede ser 0, +1 y +2, con carácter poco electronegativo”(Pág. 26-27). Además, presenta unas “características en cuanto a fusión de $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ ” (Martínez Medina, M. W., 2008)(Pág. 16) y “un punto de ebullición de relativamente baja (356.7°C)”(Voitzuk A., Greco V., Caputo D., & Alvarez E., 2014)(Pág. 2). Estas

características antes mencionadas es lo que lo hace un elemento capaz de forma sustancial tanto a nivel orgánica e inorgánica, así como también, en algunos casos la solubilidad en el agua.

Este elemento se encuentra también de forma natural, pero el humano debido a sus actividades ha contribuido que se presente en mayor proporción; En ese sentido se han creado modelos tales como el ciclo del mercurio (Figura 6.) en el cual se observan constantes transformaciones y fases, controlados por una serie de variantes de los procesos ambientales, en donde se presentan reacciones fotoquímicas, oxidación, reducción, transformación microbiana (Mollocondo V. M., 2020).

Figura 6. Imagen del ciclo biogeoquímico del mercurio



Tomado de ministerio de transición ecológica y el reto demográfico del gobierno español (2010)

La figura 6. Representa el ciclo biogeoquímico del mercurio, en ella se puede apreciar las actividades antropogénicas tales como la minería, alcantarillado, vertederos y centrales eléctricas de carbón, además de las diferentes actividades naturales como los volcanes, otras fuentes naturales y la ingesta por parte de los seres vivos, las cuales hacen parte de este ciclo. A través de esta imagen también se puede apreciar las formas como se bioacumulan las partículas de este metal pesado en los seres vivos y como pueden llegar al organismo humano a través de la ingesta de estos seres vivos.

4.3.3.1. La complejidad del estudio de la explotación minera como ASC

La complejidad del estudio de la explotación minera se arraiga en dos aspectos, el primero se enfoca en la gran variedad de contaminación que puede generar el realizar la actividad minera con mercurio, en segunda instancia se presentan los factores económicos, políticos y sociales, no obstante, estos factores ya serán desarrollados en el documento, sino, será un elemento que se tendrá en cuenta a la hora de construir el NDI. De lo anterior, el desarrollo se centrará o se enfatizará en contaminación de la fuente hídrica, contaminación atmosférica y bioacumulación de los seres vivos.

4.3.3.1.1. Contaminación de la fuente hídrica

Teniendo en cuenta el apartado anterior, en relación con los pasos que se realizan en la explotación, la fuente hídrica se ve muy afectada cuando el proceso de amalgamación se hace directamente en el río, así como también prácticas donde almacena y posterior desechada o filtrada por el mal manejo de este metal pesado, por tanto, cae a la naturaleza o al mismo río. Rojas D. (2010) menciona al respecto que “la mayoría de las veces el proceso de amalgamación se realiza in situ donde se pierde mercurio que ingresa directamente al ecosistema acuático, en donde además las personas no usan los elementos necesarios para evitar el contacto directo con el mercurio” (Pág. 13).

Por otro lado, la relación del mercurio con el agua de los ríos, el mercurio debido a su estructura, este es muy fácil de oxidarse, en ese sentido, el mercurio al entrar en contacto con el agua, y un catalizador como es la temperatura, ya sea en el proceso de extracción de oro o porque no, de forma natural teniendo en cuenta el fenómeno del calentamiento global, debido a una reacción química se combina con moléculas de oxígeno, haciendo que la cantidad de oxígeno en el agua merme. En ese sentido, Restrepo G. (2015) mencionar que:

La inadecuada disposición de los residuos del mercurio junto con el de otras sustancias químicas utilizadas en la minería aurífera disminuyen el oxígeno disuelto e incrementan los niveles de demanda bioquímica y demanda química de oxígeno en aguas superficiales, lo cual afecta la existencia de vida orgánica y su aprovechamiento en otras actividades antrópicas (Pág. 5).

4.3.3.1.2. Contaminación atmosférica

Al respecto, si bien el mercurio posee características de puntos bajos de ebullición, haciendo que el mercurio sea muy volátil en comparación con otros metales. teniendo en cuenta la característica anteriormente mencionada el mercurio lo podemos encontrar en la atmósfera.

Mota A. (s.f.) menciona que:

El mercurio atmosférico puede incorporarse fácilmente en los sistemas orgánicos y el agua, depositándose en los organismos o incluso ser respirada directamente, del mismo modo, menciona que el mercurio al estar en la atmósfera, esta puede precipitar y rociar los suelos, el agua, los seres vivos y ser absorbidas por este último por los tejidos (Pág. 4).

4.3.3.1.3. Bioacumulación en los seres vivo

Teniendo en cuenta que las características del mercurio, no es posible degradarlo, este metal pesado por lo general de bioacumula en las especies, este se bioacumula de forma fácil, ya que, debido a procesos con bacterias, el mercurio se combina formando metil mercurio.

Restrepo G. (2015) mencionar que:

El metilmercurio en el ambiente representa un riesgo para toda vida, ya que el mercurio por sus características de acumula dentro de los tejidos de los organismos como lo son los tejidos grasos y el sistema nervioso, así mismo, también biomagnificarse en el medio ambiente (Pág. 3-4).

Restrepo G. (2015) acoto varias investigación realizadas en el valle del cauca, en las cuales se han cuantificado o han determinado que algunas especies presentan bioacumulación con mercurio en su interior, al respecto, mencionaremos algunas de las especies identificadas con los respectivos autores, un ejemplo de ellos es el pez *Pterygoplichthys undecimalis* (Rada Mendoza, 1998), la cual se encontró que presentaba bioacumulación en las branquias, hígado, músculos, entre otros, así como también más predominancia en las hembras, así como también una cantidad de 0.5 µg/g, siendo este el valor máximo permitido.

Otro estudio acotado por Restrepo G. (2015), hecho por (Lozano, 2005) en la cual se encontró bioacumulación en macroalgas *Bostrychia calliptera* (Alga roja) y *Rhizoclonium riparium* (Alga verde) en la cual se encontró que el alga roja acumulaba más mercurio, incluso hicieron un cálculo en la cual afirman que, de 100 partículas de mercurio, el 6,20% está en bahía, en 8,21% en sedimentos, el 36,65% en alga verde y en alga roja 47,81%. Otra investigación fue realizada por (varón, 2009) encontró que otras especies como caracoles, rana, jacinto acuático y peces fue encontrado bioacumulación de mercurio; Otro estudio fue

hecho por (Hernández, castro y Páez, 2013) hicieron un estudio de anuros en la cual el estudio hizo pruebas en renacuajos.

Por otro lado, los humanos también estamos acumulando mercurio, ya que consumimos peces la cuales no podríamos saber a simple vista si están o no contaminados, sería importante decir que las personas que se encuentran en contacto directo con este metal pesado son propensas a tener deterioro en la salud. Al respecto Gaioli M., Amoedo D. & González D. (2012) menciona que:

la toxicidad del mercurio en los humanos varían según la forma química, la concentración, la duración, la vida y la vulnerabilidad en el momento de la exposición; Al respecto hay dos formas en la que se encuentra el mercurio, en la que encontramos la forma inorgánica (Pueden ser polvo o cristales se pueden encontrar en algunos elementos la cual va a depender de la normatividad de cada país, estos elementos pueden ser cosméticos, pilas, calcas, pinturas) y la forma orgánica (Metil, Dimetil, Etil) (Pág. 2).

Gaioli M., Amoedo D. & González D. (2012) desde los apartados de los compuestos orgánicos:

el vapor de Hg_0 se absorbe rápidamente en las vías respiratorio, y menor proporción de forma líquida o vapor en la zona gastrointestinal, así como también por liposolubilidad para adherirse a los tejidos, además de la capacidad de oxidarse quedando retenido en los glóbulos rojos, sistema nervioso y riñones; ahora bien a exposición aguda se pueden presentar efectos nocivos a nivel respiratorio, renales, cardiovasculares, gastrointestinales y neurológicos, ya a nivel crónico afecta el

sistema neurológico, carcinogénico, tiroides, inmunológico y a nivel reproductivo (Pág. 3).

Desde los apartados de los compuestos orgánicos, Gaioli M., Amoedo D. & González D. (2012) mencionan que:

La vía principal de exposición es vía oral, estos afirman que el 90% es por lo general expulsados en forma iónica en bilis, cisteínas, en menor proporción en las heces, orinas y leche materna; La exposición aguda (Neurológico y renal) y crónica (Neurológico, cardiovascular y carcinogénico) agua no difiere mucho del compuesto inorgánico (Pág. 3).

5. OBJETIVOS

Los objetivos se enmarcan en la propuesta de investigación que tiene como pregunta central ¿Cómo diseñar y construir un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio? Por lo anterior, el objetivo general y específicos serán en pro de diseñar y desarrollar un MDT el cual estará contextualizado o abordará el estudio de la problemática ambiental de la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio. De acuerdo con lo anterior los objetivos serán:

Objetivo General

El objetivo general que orientará metodológicamente esta propuesta será: diseñar y desarrollar un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio.

Este objetivo general se especifica de la siguiente manera:

Objetivo Específicos

- Prediseñar el medio didáctico tecnológico (MDT) que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio.
- Diseñar el medio didáctico tecnológico (MDT) que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio.
- Desarrollar el medio didáctico tecnológico (MDT) que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio.

6. METODOLOGÍA

El método de investigación será de forma cualitativa, debido a la naturaleza del proyecto ya que dentro del diseño y elaboración se tomarán aspectos del accionar, reflexión y destrezas, las cuales también estarán orientadas en la literatura, esto con la finalidad de diseñar un MDT. Habría que mencionar que la efectividad del medio didáctico tecnológico desde el criterio de aprendizaje-enseñanza, por no ponerse a prueba, no se pone en consideración la posibilidad de la aplicabilidad de este.

Este trabajo pretende diseñar y desarrollar un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio, para ello, este va a depender de los antecedentes consultados, ya que estos me van a permitir tener en consideración una variedad de elementos que no se deben dejar de lado a la hora de diseñar, para ello, la metodología se basará en gran medida de lo propuesto por Area M. (2019). Este autor propone de una forma muy explícita los puntos necesarios para el diseño y desarrollo del MDT, habría que mencionar que se le hacen algunas adaptaciones enfocadas en este proyecto.

Por lo anterior, Area M. (2019) plantea tres fases previas incluyendo el desarrollo o construcción del MDT, esas fases antes mencionadas son las siguientes: la primera fase la denomina concepción del material didáctico digital, la cual se denominará en esta propuesta como, prediseño del medio didáctico tecnológico, la segunda fase es denominada por el autor como: Guion para planificar el materiales didáctico digital, esta fase se denominará fase de diseño del medio didáctico tecnológico y finalmente el autor nombra a la tercera fase como el desarrollo del medio didáctico digital, este último se renombra como construcción del medio didáctico tecnológico.

6.1. Fases metodológicas

6.1.1. Fase 1. Prediseño del medio didáctico tecnológico

Para esta fase Area M. (2019) plantea que uno debe partir de la idea principal que se tiene, para posterior hacer conciencia en cuanto a la decisión relevante, es decir, los elementos importante para el MDT, para ello el autor propone 7 ítem, no obstante, solo se utilizaron 6 ítem, estos se enuncian a continuación: necesidad, descripción de la idea central, objetivo central, grupo destinatario, comprobaciones ineludibles y conocimiento , cada uno de estos ítem posee una serie de preguntas las cuales se hará para reflexionar o pensar, para así darle una respuesta, como se mencionó anteriormente, con la finalidad de hacer del MDT una herramienta lo más elaborada y completa posible. Por lo anterior, se acoto los ítems (Tabla 1.) los cuales contendrán cada una de las preguntas que el antecedente de Area M. (2019) propone:

Tabla 1. Preguntas para el prediseño del MDT

Ítem	Pregunta	Respuesta
Necesidad	¿A qué problema o necesidad se quiere responder con el material?	Aprendizaje Como se menciona en el planteamiento del problema, este se enfoca en el nivel de abstracción que tienen los ejes curriculares, ya que, por su naturaleza científica, y a pesar de ser reorganizada por el profesor, transformándola en un conocimiento escolar, este sigue teniendo la misma abstracción, la simbología o temas por esencia complejas. Es importante mencionar que lo que se está enseñando en últimas se vuelve algo inútil para el estudiante, en vista de que lo que se enseña se desvincula de la realidad para la cual se debería estar formando a los estudiantes. Enseñanza Los MDT son uno de los elementos que, a pesar de estar en una era tecnológica, aún no logran abarcar todos los campos posibles, incluso se quedan más en el aspecto conceptual. Además, los MDT no se encuentran muy asociados a los profesores, ya que existe un rezago o simplemente por ser de índole tecnológico ve el diseñar y desarrollar MDT, algo muy lejano para el profesor, por tanto, no tan tangible o viable a realizar.

Descripción de la idea central	¿Cuál es?	La idea se centra en integrar los conocimientos escolares con los contextos reales, para este caso el contexto es la contaminación del agua por la explotación minera con mercurio, la cual involucra varios aspectos curriculares y también de índole social, político e incluso económico.
	¿De qué se trata?	Se trata de construir primeramente una historia en los cuales se encuentren los conocimientos escolares, para ello el estudiante tendrá que tomar las decisiones que darán la linealidad de la historia, así mismo, tendrá espacios donde podrá navegar bajo 5 aspectos los cuales se centran en el ambiente, la salud, la económica, la política y finalmente por el apartado social, lo anterior le permitirá comprender estos aspectos, los cuales darán indicios de la afectación o no, según qué decisión haya tomado, pudiendo así entender la problemática ambiental; No obstante, estos espacios serán algo de apartado semifinal, ya que si se presentan al inicio, podrían inducir en la decisión del estudiante, por tanto el estudiante tendrá que reflexionar y razonar con lo que la historia vislumbra, ya que en algunos apartados, la historia dará indicios sobre algunos aspectos. Cabe mencionar que, si al final de la utilización del MDT el estudiante queda insatisfecho, es posible volver a retomar el MDT.

	¿Qué se pretende hacer?	Se pretende realizar una historia, el cual busque la participación del estudiante, esta historia va a circundar bajos los 5 aspectos ya mencionados (Salud, Ambiente, política, económica y el apartado social), el estudiante tendrá acceso en el apartado semifinal sobre estos cinco aspectos, el estudiante en ultimas tendrá que tomar decisión en el desenlace de la historia, por tanto, podrá tener varios desenlaces.
Objetivo principal	¿Qué se quiere lograr o cuál es el beneficio que se busca atribuir a la educación con el material?	-Producir un MDT que trascienda las barreras del conocimiento curricular disciplinar y los propósitos de la educación transmisiva y que lleve al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, a través del estudio de un ASC desde un enfoque integral de una problemática ambiental, en la cual el estudiante deba tomar decisión sobre situaciones controversiales pudiendo evidenciar sus consecuencias en el desarrollo del NDI.
Grupo destinatario	¿Quién es el potencial usuario/a o quien es el cliente? Nota: Características, necesidades y demanda	Estos son estudiantes de 10° o 9° grado, estos ya tienen un nivel de comprensión de conocimiento previos que le permitirá entender ciertos acontecimientos, este tipo de público requiere de una enseñanza contextualizada a partir de asuntos socio científicos en la cual lo que se aprenda sea de utilidad para un contexto específico.

Comprobación ineludible	¿Existen materiales similares al que se quiere desarrollar?	Para este apartado, encontramos materiales como las Narrativas Digitales Interactivas (NDI), una propuesta fue hecha en el año 2020 por unos estudiantes de la universidad del valle en donde a partir del medio didáctico digital ya mencionado, este usado para la enseñanza de ASC.
Conocimiento	¿Tengo suficiente conocimiento en la temática o contenido que va a ser tratados en el recurso?	Para el recurso se necesita conocimiento de índole científico, específicamente en el campo de la química y física, así como también conocimiento en políticas públicas, del aspecto económico y ambiental. Por mi carrera, estos conocimientos se han ido aprendiendo, y más específicamente por qué he hecho proyectos finales con el ASC que se presente abordar en el MDT.
	¿Necesitamos contar con un profesional de apoyo?	En principio lo creía necesario, para el caso del desarrollo o construcción del MDT, no obstante, encontré una referencia bibliográfica en donde hubo una experiencia universitaria en la cual usaban programas de fácil acceso y de fácil utilización para la construcción de MDT, dentro de estos se destacan la utilización de PowerPoint, del mismo modo la experiencia con el software en el proyecto final donde intenté recrear un MDT enfocado en una historia de contexto real y el Covid-19.

6.1.2. Fase 2. Diseño del medio didáctico tecnológico (MDT)

Para el diseño, es importante tomar las recomendaciones del autor, en ese sentido el autor plantea cuatro momentos para su diseño. El primero se enfoca en describir brevemente a manera de resumen del producto o MDT, en la cual se utilizará la información anterior, también se anexará una serie de elementos, estos elementos son la tipología de la tecnología, es decir, bajo la literatura y características que MDT se pretende diseñar y elaborar, el objetivo general, los destinatarios los cuales va dirigido, las características que tendrá el MDT y por último el soporte en el cual está sustentado el MDT. En el segundo momento, el autor propone realizar un diagrama de navegación, en este se realizará un esquema donde se muestra la navegabilidad entre los nodos que conforman el MDT. En el tercer momento, se mencionan los aspectos generales que caracterizan la interfaz del MDT, es decir, la metáfora, aspectos técnicos como los colores, animaciones, fases, entre otros. Por último, la cuarta fase la denominaremos el storyboard y en él se pretende presentar y describir los contenidos de cada uno de los nodos que conforman el material, es decir, la descripción de la interfaz de la pantalla, título, botones, formato de transiciones, elementos gráficos, textos, audios, animaciones, menús, enlaces, entre otros. Todo lo anterior, se desarrollará a continuación, tomando como base las recomendaciones que el autor menciona y las adaptaciones que hemos considerado adecuadas de realizar.

6.1.2.1. Momento 1. Resumen del producto

describir brevemente a manera de resumen del producto o MDT, en la cual se utilizará la información anterior, pero también se anexará una serie de elementos, estos elementos son la tipología de la tecnología, es decir bajo la literatura y características de que MDT se pretende diseñar y elaborar, el objetivo general, los destinatarios los cuales va dirigido, las características que tendrá el MDT y por último el soporte en el cual está sustentado el MDT.

En el desarrollo de este momento del diseño del MDT, se espera una descripción breve del producto con base a los siguientes elementos: Tipología del MDT, El objetivo general en el que se enfoca, los posibles destinatario o usuarios, Sus principales características y el soporte en el cual estará el MDT. En ese sentido, se empezó utilizando la información propuesta en la primera fase de la tabla 1. la cual fue ampliada de acuerdo con las condiciones de este momento. Dicha información en opinión del autor es la principal guía en el diseño del MDT, ya que permite tener presente la idea y no salirse de lo que ya se estuvo trabajando. A continuación, se desarrollan los nuevos elementos que se mencionaron anteriormente.

- Tipología de producto

En primera instancia, se destaca que el producto a diseñar en un MDT, en ese sentido, y teniendo en cuenta las diferentes tipologías de estos medios se decide que el tipo de MDT que más se adecua a la mayoría de las características deseadas de acuerdo con los contenidos y propósitos de la propuesta de enseñanza, son las Narrativas digitales interactivas (NDI). Según Koenitz et al. (2015) “las NDI son una formas de contar una historia utilizando las ventajas de las tecnologías digitales, es decir historias en medio digital en la cual se requiere la participación activa de las personas” Citado en (Redondo, 2018) (Pág. 11) Lo anterior es muy importante en el caso de la educación científica y en temas de incidencia social como son los asuntos socio científicos y específicamente en el caso de la contaminación del agua por explotación minera con mercurio, en los cuales se espera que los estudiantes construyan sus conocimientos y desarrollen habilidades de pensamiento de manera activa, además que puedan participar en la toma de decisiones sobre situaciones de su cotidianidad local y global que tengan relaciones con el conocimiento científico que han construido.

Lo anterior se puede realizar gracias a que las NDI, se caracterizan por tener un desarrollo de la historia no lineal, de acuerdo con las interacciones y decisiones que tenga el usuario ante una situación crítica o decisiva, cuyas consecuencias transforman el desarrollo de la historia y ocasionan la existencia de diferentes finales. Esta característica se articula de manera eficaz con el estudio de los asuntos socio científicos, los cuales son situaciones de naturaleza controversial, que no tienen una respuesta única y por tanto promueven la toma de decisiones fundamentada. Todo lo anterior, nos deja entrever que esta articulación es muy pertinente para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

Si bien, la NDI es en esencia una narrativa, también usa el lenguaje gráfico para contar la historia, esto es fundamental para ilustrar o escenificar situaciones controversiales como los ASC y su impacto en el ambiente y la salud de las personas en contexto específicos. Adicionalmente debido a su naturaleza interactiva permite y exige la participación del estudiante en la construcción de sus conocimientos y actitudes. Henry J. (2003) menciona que:

En las narrativas interactivas digitales es inevitables el flujo de contenidos, por su parte, este se compone de un mensaje y una historia a través de medios digitales, en donde se construye un universo cargado de significado el cual le permita al estudiante sumergirse en la experiencia de forma activa, contribuyendo con su participación y construcción del contenido (Citado en Isassi J. & Treviño F., 2015) (Pág. 13-14).

Por su parte, Redondo M. (2018) afirma que “las NDI por su carácter interactivo, generan una relación triangular entre el creador, la NDI y el lector, en la cual su posición ya no sería solo leer, sino también participar” además, menciona que:

Es posible a través de juegos e interacción enfocado en la resolución de retos o también creando navegaciones el cual permite elegir diferentes alternativas, es decir laberintos hipertextuales la cual la unidad textual, muta en imágenes en los que se puede saltar, detenerse, navegar, apropiarse y circular en el NDI. (Pág. 11-12)

- Objetivo General de la NDI

El principal logro que se espera obtener con el diseño de la NDI consiste en:

-Producir un MDT que trascienda las barreras del conocimiento curricular disciplinar y los propósitos de la educación transmisiva y que lleve al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, a través del estudio de un ASC desde un enfoque integral de una problemática ambiental, en la cual el estudiante deba tomar decisiones fundamentadas sobre situaciones controversiales pudiendo evidenciar sus consecuencias en el desarrollo del NDI inmerso en el MDT.

- Destinatarios/as

Los posibles destinatarios del MDT son estudiantes de 10° o 9° grado de la educación colombiana o estudiantes de 14 a 16 años del contexto internacional. La selección de este público o audiencia se define, debido a que los jóvenes a esta edad y nivel de escolaridad deben tener un nivel de comprensión de la realidad en la que se desarrolla el ASC y de los conocimientos escolares relacionados con la situación a estudiar. Además, en estas edades la mayoría de los adolescentes están en pleno desarrollo de la habilidad del desarrollo del pensamiento abstracto y la relación simultánea de conocimientos incluso imaginar o predecir las consecuencias futuras de sus acciones, además los adolescentes con relación a sus habilidades sociales presentan gran curiosidad y receptividad a nuevas ideas que les permitan tomar decisiones o incluso analizar las consecuencias de ellas. (Morales R., Benitez H. & Agustín S. 2013).

- Características

En relación con este aspecto del diseño del MDT se propone una serie de decisiones en relación con las características deseadas para el MDT. Estas se tendrán en cuenta a la hora de realizar el guion o el Storyboard. A continuación (tabla 2.) se presentan dichas características con su debida justificación:

Tabla 2. Características generales del MDT

Característica	Decisión	¿Por qué de la decisión?
Sonido	Si	El sonido en algunos apartados del MDT será de gran utilidad para captar y enfocar la atención del estudiante, además para hacer uso de la audición para que el estudiante obtenga la información.
Idioma	Mono lingüístico - español	El idioma oficial o más usado en el contexto colombiano y latinoamericano es el español. Por otro lado, hacer uso de otro idioma, implica altas exigencias idiomáticas, presupuestales y de programación con las cuales no se cuentan en este momento.
Se podrá guardar el proceso realizado	NO	Teniendo en cuenta las exigencias en los aspectos técnicos que exige la personalización del programa o aplicación para poder guardar el progreso de cada usuario, en este momento se decide por usar una plataforma o aplicación que no cuenta con este tipo de servicio o alcance, para una segunda versión del MDT

		si se vislumbra esta posibilidad.
El MDT podría funcionar en dispositivos móviles	NO	Debido a los conocimientos y requerimientos técnicos que exige esta característica, en este momento no es posible responder afirmativamente. Sin embargo, en una segunda versión, sería algo interesante de utilizar para su implementación en el aprendizaje móvil.
El MDT podría funcionar en ordenadores	SI	La idea principal es hacerlo para ordenadores debido a la realización y las medidas de la pantalla.

- Soporte

Para este apartado, la variedad de soporte tendrá mucho que ver con el cúmulo de conocimiento que se tenga frente un soporte en específico, para este caso el desarrollo se piensa realizar en soportes mucho más intuitivos o aplicaciones las cuales cualquier persona podría acceder. Teniendo en cuenta lo anterior, y partiendo desde un antecedente que socializa los resultados de una experiencia de diseño de un MDT en un ambiente universitario Realizado por Redondo M. (2018) una alternativa resultante fue la utilización del programa PowerPoint debido a su popularidad, accesibilidad y facilidad de uso; Cabe mencionar que el programa será el motor en formato editable y el formato donde se podrá utilizar el NDI.

Por lo anterior, y con base a la reflexión de mi función como profesor y reconociendo las limitaciones tecnológicas o de no contar con un equipo de trabajo multidisciplinar, vislumbro como una interesante alternativa el uso del programa PowerPoint para desarrollar el NDI sin tener conocimientos de programación. Además, esto se sustenta en que, así como las

tecnologías nos brindan soporte con una alta complejidad, también nos brinda una variedad de soporte mucho más fácil de operar.

6.1.2.2. Momento 2. Descripción general de la historia, navegación general y específica del NDI

Una vez hecho el momento 1 y teniendo en cuenta el antecedente, en primera instancia se realizó una descripción de la historia muy con brevedad, posteriormente se realizó una visualmente de la navegación de los nodos, es decir hacer el flujo de pantallas, así como también direccionalidad de cada nodo, es decir , una figura de navegación general (Figura 7), y otra figura de navegación específica de nodos (Figura 8); Todo lo menciona en esta descripción se presente a continuación:

Descripción de la historia (La historia en qué consiste):

La historia se centra en una familia (Madre, padre e hijo) que llega a los inicios de Cali, está por su parte comenzó como cualquier otro, esta familia se asentó en esta. Al cabo del tiempo el hijo de la familia llamado Juan creció hasta ser ya un adulto (protagonista), en simultáneo, conoció una señorita con quien formalizó una relación amorosa (Ana) y posteriormente terminó sus estudios como abogado (Lo que había deseado),

Finalmente a este se le presenta la oportunidad de ser alcalde, debido a que este era un líder social, este acepta y gana por su perfil personal y profesional, no obstante cuando ya es alcalde tendrá que decir en 2 momento cruciales en relación a la minería de oro, la cual modificara la realidad y futuro del pueblo, cada una de estas tendrá repercusiones y elementos favorables para él como alcalde y para la comunidad del pequeño pueblo, así mismo, el Alcalde, tendrá otro contexto adicional donde tendrá la potestad de decidir nuevamente el direccionamiento de la historia.

Figura 7. Imagen de la navegación general del MDT

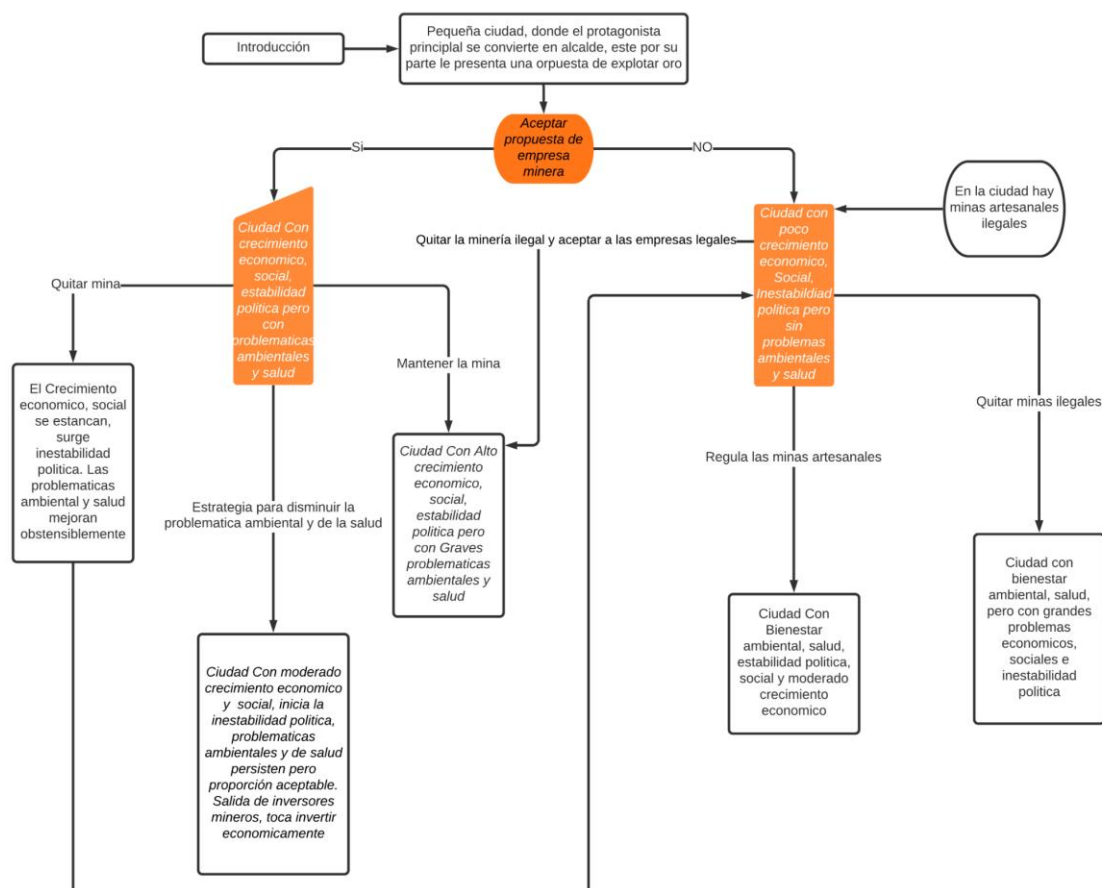
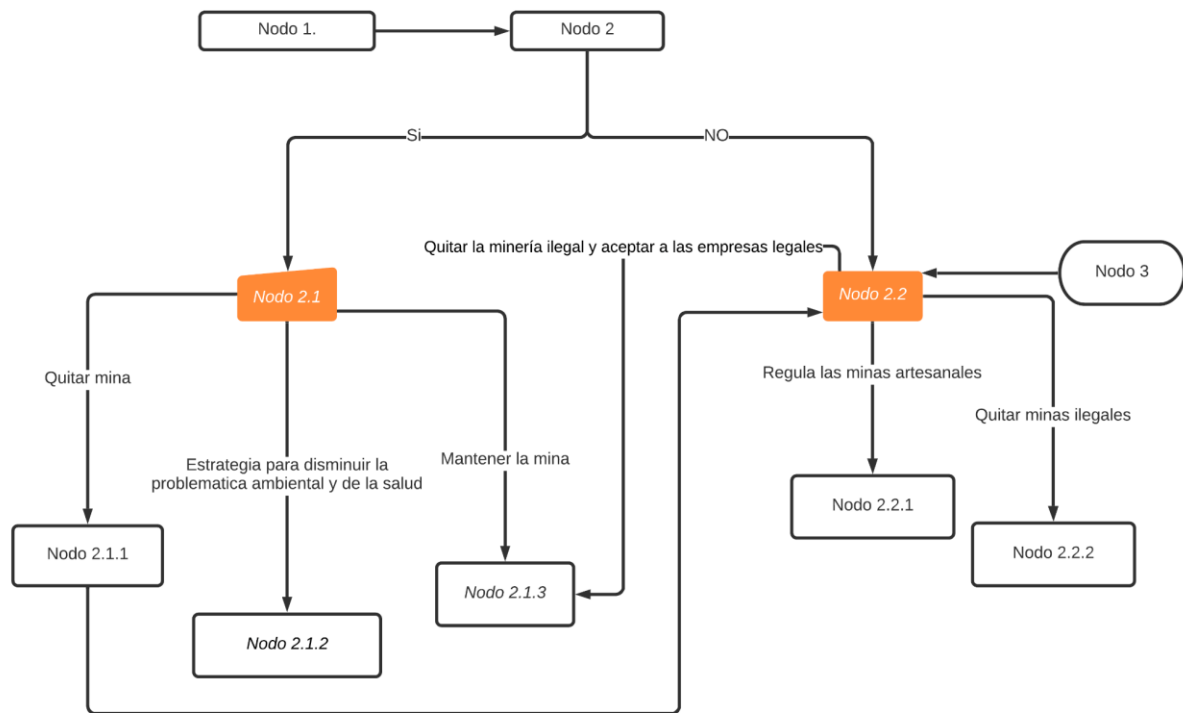


Figura 8. Imagen de navegación específica en nodos del MDT



Simbología del cuadro de navegación

- Nodo1 (Introducción de una historia para contextualizar al estudiante)
- Nodo 2 (Contexto específico donde se presenta la propuesta y el alcalde Juan (El estudiante que manipula el MDT) decide qué hacer con la propuesta)
 - Nodo .2.1 (Respuesta afirmativa)
 - § Nodo 2.1.1 (10 Años después decide quitar la mina)
 - § Nodo 2.1.2 (10 Años después decide buscar una estrategia para disminuir la problemática ambiental y de salud)
 - § Nodo 2.1.3 (10 Años después decir mantener la mina)
 - Nodo 2.2 (Respuesta negativa)
 - § Nodo 2.1.3 (10 Años después de quitar la minería ilegal y aceptar a las empresas legales) (Se nota un nodo anterior, por tanto, se hacen unas adecuaciones en la historia para adaptar el cambio)

§ Nodo 2.2.1 (10 después regula las minas de los artesanos)

§ Nodo2.2.2 (10 Años después decide quitar las minas ilegales de los artesanos)

- Nodo 3 (Contexto en el cual se hace manifiesto la existencia de minas artesanales ilegales)

6.1.2.3. Momento 3. características o elementos del NDI

Para este paso, el objetivo de este es denotar las características o elementos que se pueden ver reflejados en la pantalla como lo son el tipo de animación, colores que deben predominar, lo anterior es debido a que, a la hora de la elaboración o construcción, será de utilidad el tener bien claro qué elementos o decisiones se tomarán en cuenta en cuanto a lo visual (Tabla 3.).

Tabla 3. Especificaciones a tener en cuenta para la realización del MDT

Elementos	Decisión
Estilo de botonera	La botonera tendrá un estilo minimalista, es decir botones con estética elemental.
Tipo de animación	Las animaciones son acordes a la historia, algunas serán con auto despliegue y otras si tiene botones para realizar el despliegue de la animación.; Así mismo, algunas tendrán animación de movimiento corporal y gestual en algunos apartados
Colorimetría	Esta tendrá en su mayoría fondo blanco y un cuadro de color azul en la parte inferior, el

	cual dará la idea de la escena, los escenarios tendrán una colorimetría variedad y estará determinada por la especificación de la escena del momento que se pretende mostrar.
Estilo de letra	La letra que se utilizaría sería “Calibri (Cuerpo)” por su ergonomía visual.
Formato de las pantallas	Estas estarán centradas debido a una línea punteada, este será el límite para poner la imagen de la historia, en cuanto a su ancho y altura se lleva una homogeneidad en su mayoría, con una botonera en los costados, cabe mencionar que en algunos apartados es diferente, ya que se usan fondos completos ya sean blanco o con una imagen, este último menor proporción.
Transiciones	Las transiciones sólo se utilizarán en momentos específicos (Cambio de tiempo), en cuanto a lo demás conserva una homogeneidad de cambio “normal”

6.1.2.4. Momento 4. creación de historia, personajes principales, personajes secundarias y personajes de reparto

Finalmente y no menos importante, este paso es clave para dar inicio al desarrollo, ya que además de establecer cuestiones de formato, es un punto donde se comienza a construir o reestructurar la idea del MDT, partiendo de lo que tendrá el nodo en forma de libreto o guion, los personajes de la historia y los roles que tendrán cada uno de estos en el desenlace del NDI; Por lo anterior se procede con el guion que tendrá el MDT para posteriormente concretar los personajes y sus roles en la historia:

6.1.2.4.1. Presentación de la historia, contextualización de la situación

El territorio que actualmente conocemos como Santiago de Cali, siempre fue considerado como una estación en la que todo viajero debería parar, si se quiera ir hacia la parte sur del Valle del Cauca o bien para la parte norte. Un día, en medio de la multitud arribó una familia de apellido Soto, esta familia se componía por un señor llamado Joaquín de 25 años el cual era un amante a la naturaleza, este a su vez se dedicaba a la agricultura, su esposa Esther de 24 años se dedicaba a la administración de empresas y un hijo en brazos llamado Juan; Por otro lado, Joaquín entusiasmado del hermoso lugar, murmuró: “<Este clima es muy agradable, además tiene una buena vista del valle>”, esta familia decidió asentarse en esta zona, obviamente junto al río para tomar el líquido que es tanpreciado para la vida y para sobrevivir.

Pasaron los años, con el arribo de más personas, la comunidad crecía y crecía, Juan por su parte se había convertido en un hombre apuesto y amante a las leyes, un día sin pensarlo se enamoró de una hermosa chica llamada Ana. Al poco tiempo de conocerse más, deciden formalizar su relación, Juan por su parte continúa sus estudios universitarios, en este caso su

sueño fue estudiar para ser abogado distinguiéndose por ser un líder social. Una vez terminados sus estudios, debido al prestigio de su familia, su popularidad y carisma, le proponen que se postule al cargo de alcalde de la ciudad que ha mermado su crecimiento y empieza a presentar problemas de empleo y estabilidad social. Esté interesado por mejorar las condiciones de su pequeña ciudad accede a ser candidato y gracias a sus propuestas novedosas gana las elecciones.

Al poco tiempo, un día como cualquier otro, llega al despacho de la alcaldía de la pequeña ciudad un delegado de una importante empresa minera, llamada “Metal Water”, la cual se encargaba de explotar oro. El delegado tenía la misión de proponer la realización de un proyecto de extracción de oro en la ciudad, el cual traería muchos beneficios económicos a la comunidad, esta propuesta se basaba en unos estudios geológicos que la empresa había hecho en la zona, en los cuales se habían detectado la presencia de yacimientos de oro cerca de las montañas donde se origina el río que alimenta al acueducto de la ciudad.

Juan, por su inexperiencia y falta de conocimientos en el tema se encuentra indeciso frente a la propuesta de la empresa minera, llamada “Metal Water”, y por tanto habla con sus secretarios de gobierno quienes tampoco le ayudan a tomar la decisión. Ante esta situación, decide acercarse a pedir consejos y opiniones de unos líderes inigualables como lo habían sido sus padres, obteniendo estas opiniones:

Su padre, un amante y estudioso de la naturaleza quien conoce las particularidades del proceso de extracción de oro, le afirma que estas prácticas dañan la naturaleza, para ello expone varios argumentos sobre los procedimientos que se llevarían a cabo y las consecuencias que traería consigo dichas acciones, dando como ejemplo: la instalación para

llevar toda la maquinaria, el cual destruiría parte del bosque, talando árboles, excavando el sustrato e incluso el cauce del río que aporta el agua al acueducto de la ciudad, además le menciona que en estos procesos se hace uso del mercurio para optimizar la separación de las impurezas y que en muchas ocasiones las empresas desechan el mercurio resultante al río para reducir costos, afectando la calidad del agua del río, su flora y fauna y ocasionando el surgimiento de enfermedades en las personas que hagan uso de las aguas del río.

Por otra parte, su madre la administradora le dice a Juan que es una propuesta muy interesante y sustentable tanto para él como alcalde, pero también para los ciudadanos. Ella argumenta que estas empresas pagan unos rubros considerables en impuestos que seguramente podrás usar en obras que hagan que la pequeña ciudad prospere en su economía y socialmente, además que se puede exigir que la empresa use como mano de obra los ciudadanos lo cual reduciría el desempleo y la pobreza que los aquejan. Todo lo anterior favorecerá a su imagen como alcalde, ya que la población lo reconocerá como un dirigente que está a favor del bienestar de la comunidad y le ayudará en futuras intenciones políticas.

Nodo 2. (Toma de decisiones)

Este es un momento decisivo en el desarrollo de la historia y afectará los acontecimientos de ella y sus personajes, además de permitir la existencia de diferentes posibles finales.

Juan con base a la información obtenida deberá tomar la decisión de aceptar o rechazar la propuesta realizada por la empresa minera, llamada “Metal Water”

- En caso de aceptar la propuesta pasa al momento 2.1
- En caso de rechazar la propuesta pasa al momento 2.2

Momento 2.1 Aceptación de la propuesta

Este momento de la historia ocurre más o menos 10 Años después de la decisión tomada por Juan como alcalde. Esta decisión generó los siguientes efectos: Juan sigue siendo un exitoso líder político apoyado por el sector económico y productivo de la ciudad, gracias a ellos obtuvo una nueva elección y en este momento es el alcalde de la ciudad. La ciudad ha tenido un rápido crecimiento económico y de infraestructuras, lo cual ha atraído a más interesados en explorar posibles yacimientos en las montañas y ríos aledaños. A nivel social, las minas han sido una muy buena fuente de empleo para la gente de la zona brindando estabilidad social y política. Esta situación había sido predicha por su madre, antes de la toma de decisiones.

No obstante, esta decisión de aceptar la explotación de oro en el río también trajo consecuencias negativas que preocupan a Juan por su reciente recrudecimiento. La primera está en el ámbito ambiental y se relaciona con la destrucción del suelo y del bosque cerca a los campamentos que instaló la empresa minera “Metal Water”, debido al uso y desplazamiento de la maquinaria pesada que ellos utilizan para el proceso de extracción del oro. La segunda consecuencia se centró en la afectación al río que “Metal Water” ocasionó, esta se debe a la utilización del mercurio para la extracción del oro. Debido a lo anterior y pasados estos 10 años, se acrecentaron la muerte de peces en el río, al igual que el crecimiento de enfermedades relacionadas con la bioacumulación de mercurio en el organismo, en una variedad de personas residentes de la pequeña ciudad. Esta situación había sido predicha por su padre, antes de la toma de decisiones.

Debido a lo anterior, la parte económica lo apoyó e incluso le ofreció su completo apoyo a futuro, en especial el delegado de la empresa “Metal Water”, asimismo lo ratificaron las

personas que veían las inversiones en el pequeño pueblo; No obstante, no todo era color de rosas, un conjunto de personas, familiares de los enfermos por bioacumulación de mercurio y activistas ecologistas, ratificaron su presencia y estas personas convocan a una toma externa en la alcaldía para expresar su completo desacuerdo con la explotación minera a costa de la salud y el bienestar ambiental de la comunidad, además exigen que se busquen una solución a las crecientes problemáticas o que revoken los permisos de funcionamiento de estas minas. Esta toma lo hicieron y publicaron a través de las redes sociales, planteando contundentes mensajes en pancartas como *“Que la vida prime antes que cualquier cosa”* *“el oro no te quita la sed”* *“la minería de oro es un desastre ambiental”* y *“el oro es un metal preciado, pero no lo es tanto como la naturaleza”*. Así como también, una carta de petición para que la alcaldía tome cartas en el asunto, primando el ambiente y la salud por encima de la economía.

En vista de lo sucedido, Juan como alcalde decide hacer una investigación al respecto obteniendo informaciones no tan claras, no obstante, Juan cuando fue alcalde tiempo atrás, él había acordado con la empresa “Metal Water” que los desechos de mercurio se pondrían en un recipiente fuera del alcance de la naturaleza, no obstante, algunas personas acusaban a esta empresa de ser la culpable. Esto le genera desconfianza y decide reunirse con las dos partes para dialogar frente al contexto que se está viviendo: la parte afectada, así como también el delegado de “Metal Water”, una vez hecho el debate, Juan por ser alcalde tendrá que tomar una decisión teniendo en cuenta estas tres posibilidades: a) Derogar el permiso de funcionamiento de las minas y buscar la economía en otros aspectos, b) Endurecer las reglas para que su funcionamiento no afecte tanto el ambiente y la salud de las personas, c) Respetar la concesión minera y mantener la mina

Este es un momento decisivo en el desarrollo de la historia y afectará el desarrollo de los acontecimientos que se derivan de ella y de sus personajes, además la decisión que tome influirá en la existencia de diferentes finales.

- En caso de seleccionar la opción (a) Derogar el permiso de funcionamiento de las minas y buscar la economía en otro aspecto 2.1.1
- En caso de seleccionar la opción (b) Endurecer las reglas para que su funcionamiento no afecte tanto el ambiente y la salud de las personas pasa al momento 2.1.2
- En caso de seleccionar la opción (c) Respetar la concesión minera y mantener la mina pasa al momento 2.1.3

Nodo 2.1.1 (10 Años después de opción (a) Derogar el permiso de funcionamiento de las minas y buscar la economía en otro aspecto)

Nota: Este nodo tiene relación con la decisión de derogar el permiso de funcionamiento de las minas y buscar la economía en otros aspecto, para ellos se visualizarán 5 indicadores (Salud, Ambiente, Economía, Política, Social) los cuales tendrán 3 estadios, uno será bajo (Incorre en el mal estadio de la salud, deterioro ambiental, Desempleo o poco empleo, así como también poco inversión, baja aceptación de la decisión política, baja aceptación social de la comunidad), el segundo es estado medio (Incorre en un estadio regular de la salud, leve o moderado deterioro ambiental, Tasa de empleo medianamente aceptable, asimismo, inversión moderada, leve o moderada aceptación de la decisión política, leve o moderada aceptación social de la comunidad), y finalmente el estado alto (Incorre en el buen estadio de la salud, Buen estado ambiental, Tasa de empleabilidad alta, asimismo, alta inversión, aceptación de la decisión política, aceptación social de la comunidad) los cuales depende de la decisión

tomada. Teniendo en cuenta lo anterior, los indicados para este nodo serán de la siguiente manera (Salud (Alto), Ambiente (Alto), Economía (Medio), Política (Bajo), Social (Medio))

Con la decisión tomada hace 10 años por Juan como alcalde que consistió en derogar el permiso de funcionamiento de las minas y llevar a la ciudad en la búsqueda de fuentes económicas alternativas a la extracción del oro, el representante legal (delegado) de la empresa minera “Metal Water” entabló una demanda por incumplimiento de los acuerdos firmados en la concesión que era por 25 años reclamando los dineros que dejaron de percibir por dicha decisión, esta demanda fue parcialmente ganada por la empresa minera ocasionando que la ciudad le pagará una alta cantidad de dinero en plazos, sin embargo también se castigó a la empresa minera quien tuvo que cerrar sus minas y pagar a la ciudad por sus daños al ambiente y a las personas por las afectaciones a su salud.

Lo anterior afectó considerablemente la imagen política del alcalde evitando sus reelecciones futuras, debido a que en primera instancia la ciudad entró en una crisis económica y se disminuyeron temporalmente los índices de empleabilidad, además sus programas de desarrollo social y urbano se estancaron por falta de presupuesto, generando inconformidad social frente lo sucedido.

Sin embargo, al pasar los años las nuevas fuentes económicas poco a poco fueron dando los resultados esperados provocando un leve repunte económico y de empleabilidad en la ciudad. Con el pasar del tiempo, con parte de los rubros obtenidos en los impuestos de estas nuevas empresas, los nuevos mandatarios realizaron obras de restauración natural de los impactos ocasionados por la antigua mina de oro y se procedió a su explotación artesanal por parte de una empresa cooperativa de mineros de la zona con un cuidado hacia el ambiente y

especialmente respetando la salud del río aportando dividendos económicos a la ciudad y sus ciudadanos.

Por otra parte, la empresa “Metal Water” no está a gusto con esta situación y desde las sombras continuamente mueve sus influencias para tomar el poder de esta cooperativa y de una fuerza política que le dé nuevamente apertura para extraer el abundante oro que aún existe en las montañas cercanas de la ciudad. Recuerda que sin importar que decidas, cada decisión o acción tiene una reacción, nunca lo olvides

Nodo 2.1.2 (10 Años después de Endurecer las reglas para que su funcionamiento no afecte tanto el ambiente y la salud de las personas)

Nota: Este nodo tiene relación con la decisión de Endurecer las reglas para que su funcionamiento no afecte tanto el ambiente y la salud de las personas, para ellos se visualizarán 5 indicadores (Salud, Ambiente, Economía, Política, Social). Teniendo en cuenta lo anterior, los indicados para este nodo serán de la siguiente manera (Salud (Alto), Ambiente (Medio), Economía (medio), Política (Bajo), Social (Medio))

Teniendo en cuenta el contexto legal en el que la empresa minera “Metal Water” tiene una concesión por 25 años y quitar ese derecho legal puede llevar a la quiebra a la ciudad, pero que esta empresa infringe las normas ambientales que se plasman en las leyes y acuerdo firmados por la ciudad, la cual afectó la salud de las personas y el bienestar ambiental de las aguas del río, Juan como alcalde decide citar a las partes implicadas para llegar a un nuevo acuerdo en el que la empresa tendrá un control más fuerte para la explotación del oro mediante el cumplimiento de sus deberes para con las personas y el ambiente.

En esa reunión se pretende buscar estrategias para disminuir los efectos actuales de la problemática ambiental y de salud remediando los efectos en el río e indemnizando a las personas afectadas en su salud, pero también cambiando las prácticas usadas por la empresa para la extracción del oro y el manejo de los desechos. Para ello, el alcalde tomó la decisión de disminuir la constancia con la que se explotaba el oro, y reducir el uso del mercurio en estos procesos, además exigió el uso de plantas de tratamiento de los desechos. Con estas medidas se buscaba que las concentraciones de mercurio debido al proceso de extracción disminuyeran y con esto no se generaría tanta bioacumulación en los organismos.

Por otro lado, el delegado de la empresa le propone al alcalde una estrategia en la cual se expone un plan para la recuperación de la zona dañadas ocasionados por la infraestructura de la mina y la forma en como realizan el proceso, pero cuyos recursos deberían salir de los impuestos que la empresa. El alcalde, al ver la propuesta decide tomar parte de los rubros para crear planes de recuperación con la ayuda de un ambientalista, el cual tenía como fin la recuperación, pero así mismo tiempo la continuidad racional de la económica, e incluso procesos de biorremediación los cuales puedan ayudar a mitigar lo que el alcalde Juan le había causado con la decisión tomada hace unos años, la cual había afectado considerablemente a la comunidad a nivel de salud e impactado del aspecto natural.

Teniendo en cuenta la decisión tomada, los rubros que la empresa “Metal Water” fueron utilizados en planes de recuperación, por tanto, el pueblo observó que las inversiones no era tan recurrentes como lo era antes, en donde mejoraban el sistemas de energía, acueductos, construcción de vías, entre otros, generando inconformidad en las personas de la pequeña ciudad, la cual estaba acostumbrada a observar gestión inversora por parte de la alcaldía, con

la finalidad de crecimiento económico y social. En ese sentido el puesto del alcalde se tornó algo complejo y comenzó a tambalear su puesto.

Por su parte, el representante ecologistas no está muy de acuerdo con la decisión, él considera que la naturaleza no debe de afectarse, además que los recursos que se dañaron ya no volverán a hacer como antes y que si se quiere remediar un poco el daño ocasionado, es necesario que se detenga la explotación si se pretende una mejoría, no obstante el alcalde Juan la tendrá en cuenta y si ve que con los proyectos para disminuir el estadio de la naturaleza y de la salud no funcionan, habrá que reflexionar qué posibilidad o alternativa se presenta. Sin importar que decida, cada decisión o acción tiene una reacción, nunca lo olvides

Nodo 2.1.3 (10 Años después decir mantener la mina)

Este nodo tiene relación con la decisión de mantener la mina, para ellos se visualizarán 5 indicadores (Salud, Ambiente, Economía, Política, Social). Teniendo en cuenta lo anterior, los indicadores para este nodo serán de la siguiente manera (Salud (Bajo), Ambiente (Bajo), Economía (Alto), Política (Medio), Social (Alto))

El alcalde Juan decide mantener la mina, ya que él considera que el crecimiento económico y social para la ciudad debe continuar, por otra parte, la salud y el medio ambiente era un efecto colateral del crecimiento económico y social. Estos efectos, son necesarios para que la pequeña ciudad se pueda convertir a futuro en una gran ciudad. Por tanto, él como alcalde decide generar la confianza necesaria para atraer a otros inversores que están en la industria minera, para con ellos explorar la posibilidad de explotar los yacimientos minerales que están en las montañas y ríos de la zona geográfica en la que están ubicados la ciudad.

Debido a la decisión tomada por Juan, los empresarios y la clase social alta de la sociedad lo apoyan, así mismo la empresa “Metal Water” que sigue explotando oro a sus anchas. Por lo anterior, los daños en el río continúan creciendo y agravando e incluso el río comenzó a cambiar de tonalidad en algunas zonas, comenzaron a aparecer más peces muertos, y las sintomatologías de enfermedades relacionados con la bioacumulación de mercurio en la población crecieron y aparecieron nuevas demandas por muertes relacionadas con estas enfermedades.

Lo anterior, ocasionó que una minoría creciente de la población de la ciudad estuvieran en contra del alcalde, ya que la contaminación producida por la explotación del oro crece y cada vez afecta de peor manera la calidad de las aguas del río y por tanto de las aguas que ellos consumían para sus labores domésticas. Dentro de la minoría se encuentra un líder ecologista, que se caracteriza por ser una persona sagaz y conocedor de sucesos similares en otras regiones, este por su parte decide tomar medidas legales y realiza un derecho de petición al alcalde, aunque de manera simultánea también trabaja en informar y persuadir al alcalde con datos y evidencias de la gravedad del impacto ambiental de la minería sobre la calidad de las aguas del río, incluso buscando una salida concertada para dar respuesta al conflicto ambiental que se deriva de la situación.

Sin embargo y a pesar de la propuesta del ecologista, Juan decide mantener su decisión, ya que las leyes lo amparan y al considerar que la demanda no prosperará. Por tanto, mantiene su plan de impulsar el cambio de la pequeña ciudad a una gran ciudad, afirmando que primaba el bienestar de la mayoría de la ciudad sobre el interés personal de unos pocos.

En vista de que el alcalde no se retractó de la decisión, el ecologista era una persona influyente y convirtió la circunstancia en una noticia a nivel nacional, lo que atrajo a más ecologista y una presión social frente al mandato del alcalde, no obstante, su decisión no cambió y decidió seguir por el progreso económico que necesitaba la pequeña ciudad y esperar que su decisión fuese lo que más convendría a la comunidad de la ciudad pequeña.

Algo paradójico ocurrió meses después cuando su esposa empezó a presentar malestares generales que la llevaron a consultar su médico personal quien al hacerle exámenes de laboratorio pudo determinar que presentaba una grave enfermedad cerebral relacionada con la bioacumulación de mercurio en los órganos internos por ingesta de alimentos y agua. Nunca olvides que: Sin importar que decida, cada decisión o acción tiene una reacción,

Nodo 2.2 No aceptar la propuesta

Este momento de la historia ocurre más o menos 10 Años después de que Juan como alcalde tomara la decisión de no aceptar la minería. esto generó los siguientes efectos: el crecimiento económico fue muy mínimo o poco en comparación con otros pueblos que sí han aceptado la explotación de oro, del mismo modo, el nivel social en cuanto a el desempleo se ha mantenido dentro de cifras habituales, por tanto, ha habido inconformidad con la gestión del alcalde, generando un sin número de protesta que reclaman más oportunidad de empleo.

En ese entonces, un informe expuesto por una revista muy conocida dentro en la pequeña ciudad y de la cual había hecho parte la multinacional “Metal Water”, contribuyendo con la información, reveló que en la parte alta, en los ríos se encontraba oro, causando intriga en unas personas de la comunidad y en otras una oportunidad para ganar dinero, ya que el pueblo no tenía muchas oportunidades de trabajo, por tanto decidieron realizar minería

artesanal de forma ilegal, esta condición de ilegalidad se da gracias a que no tienen los permisos necesario, por tanto por su condición no contribuyen monetariamente a la pequeña ciudad.

Por otro lado, la minería artesanal no ha causado problemas ambientales, ya que, debido a su técnica artesanal, es una actividad de explotación a pequeña escala, generando poco daño a las zonas donde se realiza la extracción, así mismo, aunque estos usan mercurio no se han presentado casos sintomáticos ni tampoco muerte de peces en el río, como si se han visto en pueblos donde han aceptado a las empresas explotadoras de oro.

Debido a las noticias habituales, algunos periódicos se han encargado de mostrar las cosas buenas que ha traído la minería legal en cuestiones de desarrollo económico y social de pequeñas ciudades, así mismo estos periódicos ponen a estas pequeñas ciudades que han dejado a minería legal actuar, como unos epicentros de desarrollo y con tendencia a volverse ciudades de mediano rango. Por su arte esta noticia ha comenzado a circular en el pequeño pueblo donde Juan es alcalde, esto a generar discordia en las personas desempleadas y se organizan para ir a pedir bajo protestas y una carta de petición, que la alcaldía saque a las personas que trabajan en la minería ilegal y acepte a las empresas de carácter legal o regule a estas personas ilegales, para así hacer crecer la pequeña ciudad.

Este es un momento decisivo en el desarrollo de la historia y afectará los acontecimientos de ella y sus personajes, además de permitir la existencia de diferentes posibles finales.

Juan con base a la información obtenida por su decisión y las características que trajo su decisión de hace 10 años, deberá tomar la decisión quitar la minería ilegal y aceptar a las

empresas legales, regular las minas de los artesanos o por el contrario quitar las minas ilegales de los artesanos y seguir el progreso que ya se llevaba

- En caso de quitar la minería ilegal y aceptar a las empresas legales pasa al momento 2.1.3 (Este se envía al apartado de esta historia, se hace unas adecuaciones para que case mejor, por tanto, no se realizará despliegue de la historia)
- En caso de regular las minas de los artesanos pasa al momento 2.2.21
- En caso de quitar las minas ilegales de los artesanos y seguir el progreso que ya se llevaba pasa al momento 2.2.2

Nodo 2.2.1 (10 después regular las minas de los artesanos)

Nota: Este nodo tiene relación con la decisión de regular las minas de los artesanos, para ellos se visualizarán 5 indicadores (Salud, Ambiente, Economía, Política, Social). Teniendo en cuenta lo anterior, los indicados para este nodo serán de la siguiente manera (Salud (Alto), Ambiente (Medio), Economía (Medio), Política (Bajo), Social (Medio))

El alcalde Juan ha sido notificado de que el río se encuentra haciendo minería artesanal, esta actividad la estaban haciendo una variedad de personas de la pequeña ciudad, generando empleo a algunas personas, no obstante, a pesar de que es artesanal este grupo sigue usando mercurio, claro está en menor proporción, por tanto, la concentración de mercurio es muy baja en comparación si estuviera una empresa explotadora de este metal precioso.

Por otro lado, este grupo al ser ilegal decide reunirse con el vocero del grupo de minería artesanal el cual ya habían conformado un gremio de artesanos, lo anterior para llegar a un acuerdo para la legalización de la actividad, este acuerdo beneficia al pueblo ya que entrará

unos rubros el cual ayudaría moderadamente el crecimiento social y económico, así mismo, la legalización y reglamentación de esta actividad, atrayendo mejoras vida para las personas que trabajan en ello.

A pesar de que alcalde llegara a un acuerdo, fue difícil hacer el acuerdo con el gremio de artesanos, ya que reglamentar la situación implicaría que estas personas ya no ganarían lo mismo como lo hacían antes, a pesar de ellos el gremio decidió acogerse a la propuesta del alcalde, ya que legalizarla les trae beneficios, dejando de lado la ilegalidad ante la ley que era quien los perseguía en ciertos momentos.

La técnica que usa el gremio de artesanos es una técnica que usan a partir de bateas, por tanto no necesitan de una maquinaria para la extracción de oro, esta práctica beneficia al medio ambiente al no dañar a su paso la vegetación, no obstante esta práctica también usa mercurio en su actividad, pero la proporcionalidad es muy inferior con lo de una empresa, el mercurio sigue siendo tóxico para con los organismos que consumen el agua, en este caso los peces y la comunidad de la pequeña ciudad, es importante mencionar que, esta toxicidad depende de la proporción con que se use, por tanto este no implica un daño inminente para con la salud.

Algunas personas del pueblo, no estuvieron de acuerdo con la decisión de regular a este grupo minero ilegal, ya que a pesar que ya contribuirían con la economía, este sería muy tenue en comparación con una empresa que sí daría regalías más voluminosas; Por lo anterior, el alcalde decide reunirse con las personas que están en oposición y con el vocero del gremio de artesanos, habría que decir, este grupo opositor están influenciado por las empresas mineras que han visitado los recintos de cada persona.

Por su parte, el alcalde, después de escuchar los argumentos de la reunión, decide nuevamente los estudios necesarios para ver qué tomar o por el contrario reafirme la decisión que ya había tomado, claro está, teniendo en cuenta las premisas del vocero de artesanos y de las personas opositoras de la propuesta de regular a los artesanos. Sin importar que decida, cada decisión o acción tiene una reacción, nunca lo olvides

Nodo 2.2.2 (10 Años después decide quitar las minas ilegales de los artesanos)

Nota: Este nodo tiene relación con la decisión de quitar las minas ilegales de los artesanos, para ellos se visualizarán 5 indicadores (Salud, Ambiente, Economía, Política, Social).

Teniendo en cuenta lo anterior, los indicados para este nodo serán de la siguiente manera (Salud (Alto), Ambiente (Alto), Economía (Bajo), Política (Medio), Social (Medio))

El alcalde Juan ha sido notificado de que el río se encuentra haciendo minería artesanal, esta actividad la estaban haciendo una variedad de personas de la pequeña ciudad, generando empleo a algunas personas, no obstante, a pesar de que es artesanal este grupo sigue usando mercurio, claro está en menor proporción, por tanto, la concentración de mercurio es muy baja en comparación si estuviera una empresa explotadora de este metal precioso.

No obstante, el alcalde Juan decide quitar las minas ilegales, ocasionando así que este grupo de artesanos, sufrieran de persecuciones por parte de los entes legales y judiciales, esta decisión la tomó junto con el ecologista el cual contrató como un asesor del proceso, éste le afirmó que, aunque los daños eran menores en comparación con otras prácticas, la salud y el ambiente deben primar sobre toda práctica, así esta tuviera repercusiones en la economía y lo social.

El ingreso que tenía el pueblo era muy bajo, y los rubros de inversión eran escasos, por tanto, la comunidad arremete con protestas contra el alcalde debido a la falta de gestión, pidiendo que se le destituya ya que no es un buen gestor y que todo lo que está haciendo es una barbarie para la economía de la pequeña ciudad, afirmando que no se están viendo un avance.

Por lo anterior, el alcalde Juan, decide convocar a una reunión con la comunidad para hablarles sobre el asunto que los aqueja, del mismo modo, le habla de otra propuesta económica, la cual no es tan buena económicamente hablando, pero es una alternativa o es una apuesta que el pueblo debe apostarle, el cual incluye el turismo. Por otro lado, el alcalde manifiesta que hará estudio frente al impacto de ese grupo de artesanos y a futuro si es viable retoma nuevamente la problemática... Sin importar que decida, cada decisión o acción tiene una reacción, nunca lo olvides

Nodo 3. (Contexto en el cual se hace manifiesto la existencia de minas artesanales ilegales)

Esta noticia de las minas artesanales ilegales fue transmitida mediante una noticia de un periódico importante de la región, no obstante, al alcalde ya le habían dado indicios de que en algunas zonas del río se estaba generando esta práctica, ya que varias personas se habían enterado de que el río se hallaba oro.

Personajes

Teniendo en cuenta el contexto el Medio Didáctico Tecnológico (MDT), centrado en una Narrativa Digital Interactiva (NDI), esta requiere de una singularidad de personajes. Por lo anterior, estos personajes tienen una característica en la historia, pero también tienen cierta intervención en la historia, en ese sentido se han categorizado de la siguiente manera:

Personajes principales (Tabla 4.), personajes secundarios (Tabla 5.) y personas de reparto (Tabla 6.)

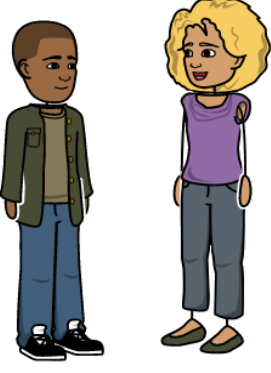
Tabla 4. Personajes principales

 Juan (alcalde) (Avatar que el Estudiante usa para el NDI)	 Delegado de la empresa “Metal Water”	 Ambientalista
 Ecologista	 Vocero del gremio de mineros artesanales ilegales	

Tabla 5. Personajes secundarios

 Joaquín	 Esther	 Juan (Bebe)
 Ana		

Tabla 6. Personas de reparto

 Médico de la historia	 Representante de personas	 Personas del pequeño pueblo
--	--	--

	descontentas por minería ilegal	hablando
		
Paciente enferma	Licenciada y química	Doctora especialista
		
Político	Economista	Sociólogo
		
Juez	Secretarios de Alcaldía	Población ilegal minera (Practicantes de la actividad)

Nota: Están en la historia, pero no son tan trascendentales.

Roles de los personajes (Personalidad)

Principal

Juan (alcalde): Este personaje será el encargado de tomar las decisiones, ya que es alcalde, este personaje es el protagonista de la historia y encarna al avatar mediante el cual el usuario asume posturas y toma las decisiones en la historia que desarrolla el MDT.

Secundarios

Delegado de la empresa “Metal Water”: Este personaje representa el típico empresario de la industria minera, el cual va buscando oportunidades de negocio a costa de la riqueza ambiental de las poblaciones. Este delegado, es quien habla con el alcalde, buscar persuadir a quien sea con la finalidad de buscar un bienestar económico para la empresa.

Ambientalista: Es un personaje moderado, creyente que los problemas ambientales y de salud que se puedan generar son posible de solucionar o de mitigar en pro de tener un desarrollo social y prosperidad económica. Este busca un equilibrio ayudando en el mejoramiento de las condiciones que se perjudican o ayudando a restaurar problemáticas que se puedan presentar en el ambiente.

Ecologista: Su fin específico es preservar las condiciones del ambiente natural, en donde la naturaleza y sus condiciones están por encima de cualquier otro aspecto.

Vocero del gremio de mineros artesanales ilegales: Es el líder del gremio de los mineros, busca el bienestar de su gremio, busca mantener las condiciones laborales y la oportunidad que su comunidad siga avanzando a nivel gremial y laboral.

Esther: Es la madre de Juan, es una mujer administradora con espíritu gerencial, su pensamiento se centra en el avance económico, político y social mayoritariamente. Su

actuación se denota en el inicio de la historia y en la asesoría frente a la asesoría a Juan frente a la propuesta de Metal Water.

Joaquín: Es el padre de Juan, este es un amante a la naturaleza, su personalidad se centra en la agricultura. Su actuación se denota en el inicio de la historia y en la asesoría a Juan frente a la propuesta de Metal Water. Por su perfil su postura se centra más en la protección de la naturaleza y la salud de los ciudadanos.

Ana: Es la esposa del alcalde Juan, acompañante del proceso, pero no toma postura en el desarrollo de la historia.

6.1.3. Fase 3. Construcción del medio didáctico tecnológico (MDT)

Plataformas y programas utilizados para la construcción

Con respecto a la construcción del MDT, este se materializó mayoritariamente mediante el uso del programa Microsoft PowerPoint en la plataforma 356 para empresas con la versión 2104 (Compilación 13929.20386) para sistema operativo Windows en el modo editor. En él se realizó un compilado de diapositivas interconectadas por hipervínculos a través del uso de imágenes, textos y animaciones con la intencionalidad de realizar una narrativa digital interactiva. Cada nodo o diapositiva cuenta con animaciones y botones de acción y movimiento para promover la interacción en cada una de ellas y entre ellas.

Por otro lado, el MDT posee una gran variedad de ilustraciones o imágenes, las cuales fueron inicialmente tomados de una aplicación en línea llamada “*storyboard that*” y luego editados según las reglas de uso de las ilustraciones de la aplicación

(<https://www.storyboardthat.com/>), el enlace anterior se realiza con la finalidad de citar la plataforma. De esta aplicación en su versión free trial, se obtuvieron con intenciones educativas y de circulación restringida, las imágenes o ilustraciones que sirvieron de base

para materializar los personajes y los escenarios que fueron usados en la creación de la narrativa digital interactiva. No se conoce numeración de esta versión free, pero en su página aparecen los siguientes derechos reservados de propiedad © 2021 - Clever Prototypes, LLC - All rights reserved.

Para la edición de imágenes, se hizo uso de la aplicación Adobe Photoshop, en su versión: 22.0.0 20201006.r.35 2020/10/06: 4587a1caa63 x64. Esta fue usada con la finalidad de realizar los recortes de imágenes, borrados de fondos, edición de personajes y creación de algunos escenarios, ilustraciones de la historia e incluso la creación de imagen de índole educativo, así como también, la creación de las botoneras de movilidad del MDT.

6.1.3.1. Requerimientos técnicos utilización del MDT

Para la utilización del MDT no es necesario tener internet ya que no tiene hipervínculos externos, del mismo modo, para la utilización de la aplicación no se necesita de realizar ningún Loguin, es de utilidad abierta y sin guardado particularizado, cabe mencionar que como el MDT está creado en el programa PowerPoint, es necesario tener instalado en el computador el PowerPoint ya se de última generación o antiguo, en ese sentido, a continuación se realizará un tabla con los requisitos (Tabla 7.) para la instalación de algunas versiones de office 365.

Tabla 7. Requisitos mínimos de instalación con sistema operativo Windows

Requisito de hardware	Mínimo (Office 2010)	Mínimo (Office 2013)	Mínimo (Office 2016)	Mínimo (Microsoft 365)

RAM	256 MB	1 GB	2 GB	4 GB o 2 GB
Disco duro o SSD	3 GB	3 GB	3 GB	4 GB
Procesador	Velocidad: 500 MHz	Velocidad: 1 GHz	Velocidad: 1 GHz	Velocidad: 1.6 GHz o más rápido, dos núcleos
Pantalla	1024 x 578 píxeles.	1024 x 578 píxeles	1280 x 800 píxeles	1280 x 768 píxeles
Gráficos	No hay especificación	DirectX 10	DirectX 10	DirectX 10

6.1.3.2. Características del MDT

La aplicación del MDT no requiere instalación, sino que es un archivo que funciona en el entorno del programa PowerPoint, en ese sentido, el archivo se encuentra en un formato llamado “Presentación con diapositivas de PowerPoint (.ppsx)”; Por otro parte, este sería el único formato ya que al querer obtener un formato más compatibles con otras versiones como “Presentación con diapositivas de PowerPoint 97 - 2003 (.pps)” el mismo programa limita una gran variedad de elementos tanto visuales, animados e incluso auditivos

Por otro lado, el proyecto en conjunto posee una cantidad aproximada de 241 diapositivas de PowerPoint interconectadas entre sí, no obstante, en la navegación o interacción con la aplicación no se utilizan todas las diapositivas, ya que, al ser una historia interactiva, van a haber instantes de elección o de espacios informativos que te llevarán por un camino u otro,

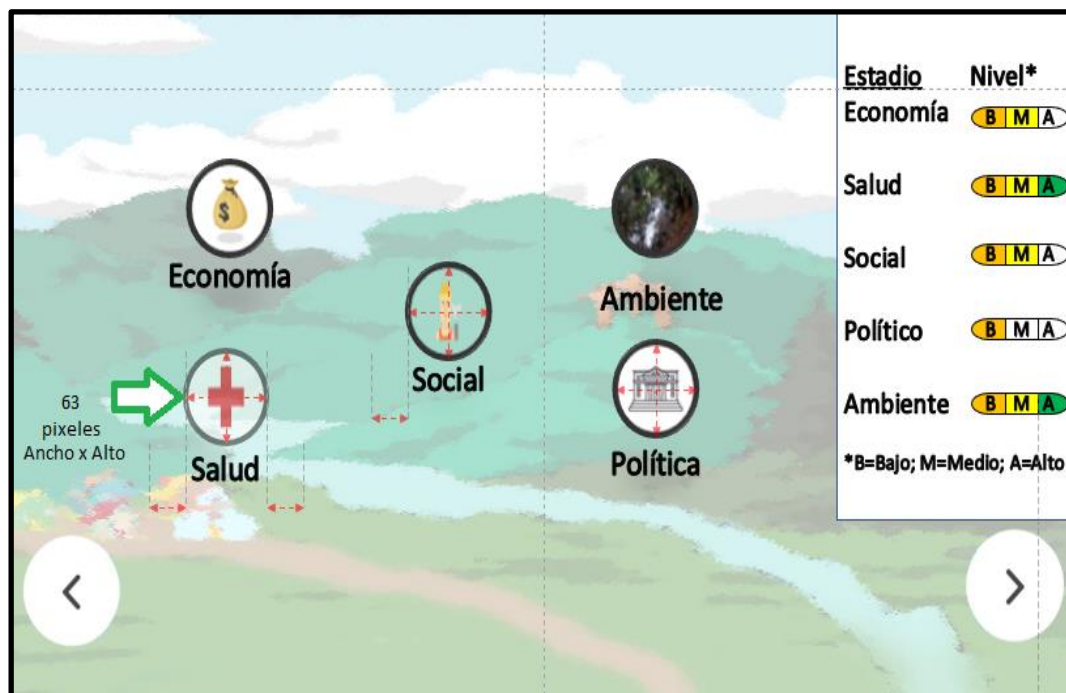
cambiando así los posibles finales de cada historia; Así mismo el MDT en formato .ppsx tiene un peso de 112 MB.

Cada hoja de presentación o nodo tiene una dimensión de 1280 píxeles de ancho x 720 píxeles de alto (Figura 9.). Así mismo, los botones de navegación tienen unas medidas de 3,24 de Cm de ancho x 3,24 Cm de alto, es decir, a 72 PPP (Pantalla) unas medidas de 63 píxeles de ancho x 63 píxeles de alto (Figura 10). Sería importante mencionar, que las medidas o dimensiones de las imágenes en la historia en los nodos no tienen un cubrimiento total, esta tiene unos espacios libres, no obstante, en algún apartado se utiliza toda la dimensión de nodo (Figura 10.)

Figura 9. Imagen de un nodo del MDI con las dimensiones generales.



Figura 10. Imagen de un nodo del MDI con las dimensiones específicas de los botones de navegación



Otro rasgo del MDT es con relación a la denominación del medio, en este caso este está completo para utilizarse, no obstante, la historia podría ampliarse, por tanto, esta se le denomina que está en estado “beta”, es decir, este puede tener unas mejoras o amplitud en la historia, en la información de los botones con relación a estadios, proporcionar audio e incluso hacer una revisión de la posible utilización en el celular.

Habría que decir que, en el MDT se utilizaron algunas imágenes de la web, no obstante, a todas ellas se le puse un filtro de PowerPoint llamado “Grano de película”, así mismo, al terminar este párrafo habrá una lista con los enlaces donde se podrán encontrar cada una de ellas, lo anterior se hace para citar la autoría de la página web donde se encuentra alojada cada imagen.

- Fotografía de una parte de la ciudad de Cali
- Fotografía de espacio natural modificándose con retroexcavadora

- Mapa del Valle del Cauca
- Fotografía de lugar donde está afectado por mercurio
- Fotografía de muerte de peces en río
- Fotografía del río Cali
- Ilustración 3D de Cuerpo Humano (Aplicación “Human body (male)”)
- Imagen de explotación de oro en Chocó
- Batea con oro
- Imagen sobre el aspecto de la minería de oro ilegal

Adicionalmente, se crearon varias imágenes (Figura 11., figura 12. y figura 13.) con ayuda de la aplicación Adobe Photoshop, esta se realizó, ya que en la web no se encuentra con un tamaño adecuado, se veían de mala calidad, se consideraba que una imagen no tenía todo lo necesario o no había una que imagen que supliera las necesidades de la historia, cabe mencionar que en algunas de las creaciones se usaron elementos de la web o de la aplicación online Storyboard that.

Figura 11. Imagen creada para representar el ciclo biogeoquímico del mercurio.

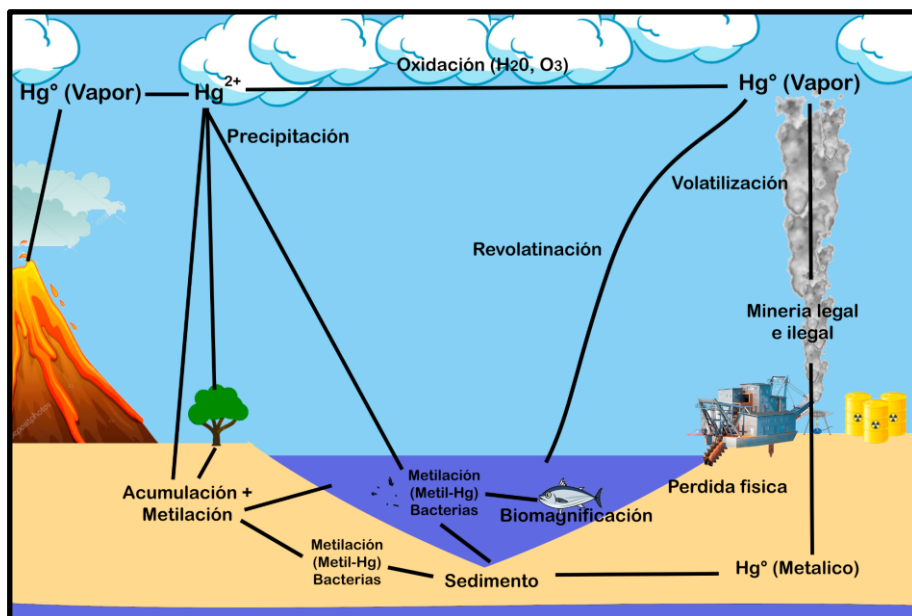


Figura 12. Imagen creada para ilustrar en un apartado de la historia.

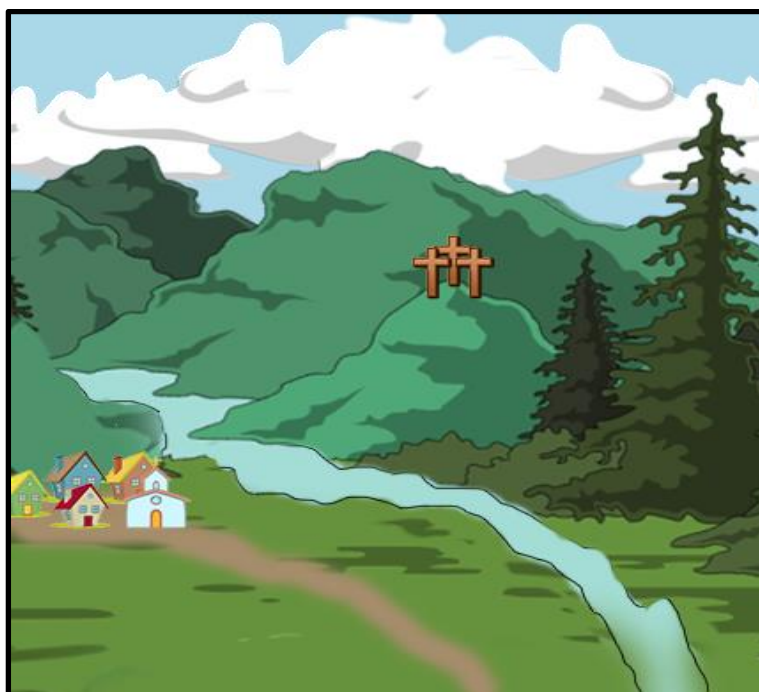
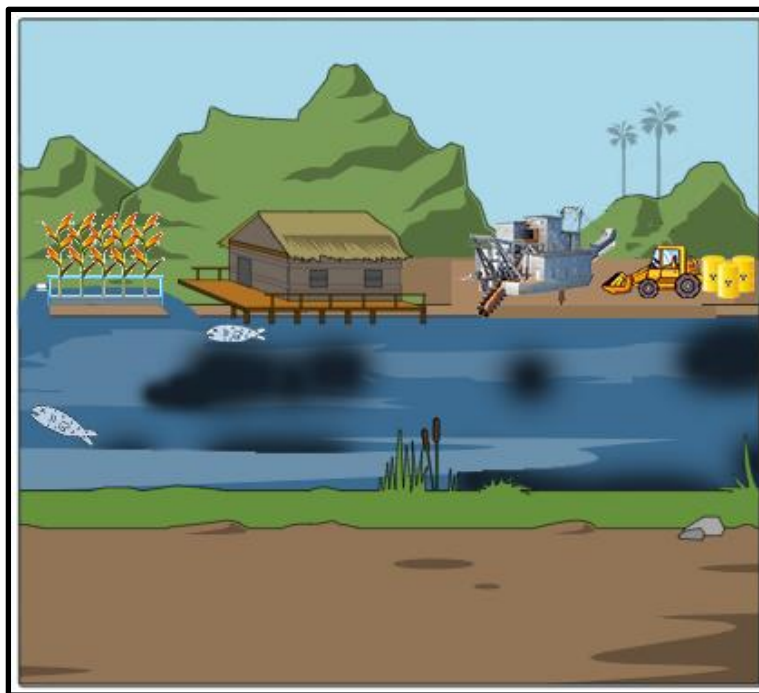


Figura 13. Imagen creada para recrear el daño ambiental de la minería, así mismo, ilustra una planta de tratamiento para el mercurio.



6.1.3.3. Forma de entrega del MDT

El MDT se entrega en el formato (.ppsx), este por su parte no están en formato editor, sino en un formato de lanzamiento automático, el cual lo podrás encontrar en una carpeta de drive (Anexo), está con la finalidad de la entrega digital, el cual le pueda ser utilidad o de comprobación del MDT en un espacio académico a futuro, ya sea por mi como creador o por otro estudiante con previa autorización; Cabe mencionar, que si un estudiante de la carrera, desea que la aplicación beta pueda ser modificada o ampliadas, se podría mediante la previa autorización y seguimiento, para tal caso podrá enviar un correo a soto.eduard@correounivalle.edu.co, con la el propósito de entablar relaciones.

7. CONCLUSIONES

Es importante mencionar que este trabajo de investigación tenía como objetivo central diseñar y desarrollar un medio didáctico tecnológico que aborde la contaminación del agua

por la explotación minera con mercurio, con base a la revisión de investigaciones previas y los referentes teóricos en el campo de conocimiento, las decisiones metodológicas orientaron al proceso investigativo hacia la construcción de una estructura de una narrativa interactiva digital. De este proceso y los resultados que se obtuvieron se pueden destacar las siguientes conclusiones.

En primer lugar, el abordar el diseño y la elaboración de un MDT que no se centrara en aspectos conceptuales tradicionales, sino que abordara de referencia el análisis de un asunto socio científico, implicó la reflexión profunda sobre su articulación con el tipo de MDT a elaborar, en ese sentido se observó que las narrativas interactivas digitales guardan una muy buena articulación con este tipo de contenidos. Debido a que a partir de las narrativas y el desarrollo de una historia es posible recrear o contextualizar este tipo de situaciones en cuestión. Además su naturaleza controversial y las diferentes relaciones que se pudieran extraer de los diferentes enfoques o apartados (sociales, salud, económico, científico y ambiental), desde los que se puede analizar dicha situación, permite al diseñador crear una historia que tenga diversos finales que dependan de las percepciones, actitudes y conocimientos de cada usuario, es decir, crear una historia rica en posibilidades y alternativas de análisis y no lineal como tradicionalmente se llevan a las aulas de clase o en los diferentes MD, permitiéndole tener un plus por así llamarlo por su interactividad.

Esto va de la mano con el segundo aspecto que se destaca en este proceso investigativo y que específicamente es la naturaleza interactiva de las narrativas interactivas digitales, que le permitirá al estudiante tener el control de la historia, es decir, una operatividad para que sea el estudiante quien navegue por la historia y por la información a través de los diferentes botones, lo cual llega a determinar los posibles desenlaces de la historia y del NDI según sus

escogencias o decisiones. Esta interactividad le permite ser consciente y comprender mejor la historia y por tanto las diferentes dimensiones del ASC, por lo anterior, se podría deducir que este NDI por su apartado interactivo, podría cautivar la atención del estudiante y contribuir a que haya aprendizajes más profundos.

Así mismo, es importante entender que de acuerdo con la estructura y características técnicas de la narrativa interactiva digital (al menos en PowerPoint), no es aconsejable depositar la totalidad de la información en solamente ella y se recomienda la posibilidad de integrar otros espacios de conocimiento, al menos de forma indirecta. Por tanto, es necesario que cuando se creen estos NDI (al menos en PowerPoint), se prevea tener otros nodos anexos en los cuales el estudiante pueda navegar en busca de información adicional. Para este caso el MDT tuvo nodos de navegación interna, pero no se escatima la necesidad o posibilidad de generar otros de navegación externa que le podrían brindar al estudiante una apertura mucho más amplia para la comprensión de los estadios (salud, ambiente, social, político, económico) presente en la historia.

Una tercera conclusión, está relacionada con la formación inicial de los docentes en relación con el diseño y producción de MDT y en ese caso se considera que, en la formación universitaria, se busca que los nuevos licenciados tengan conocimientos que les permitan integrar la tecnología a la enseñanza, a partir de cursos tanto de índole tecnológico, como de enfoques en asuntos socios científicos. No obstante, es necesario afirmar que el esfuerzo que debe realizar un docente en formación inicial (DFI) por diseñar y construir un MDT no solo implica este tipo de formaciones por parte de la universidad, sino que también implica que cada DFI tenga un interés genuino por crear e innovar en el ámbito educativo, digital y social.

En ese sentido, es importante que se fomenten y profundicen en estas líneas de investigación, ya que el DFI al diseñar y construir MDT por sí mismos, generan en su sistema de conocimientos un movimiento o transformación de sus engranajes cognitivos, procedimentales y actitudinales, así como también, un mejoramiento de las habilidades y competencias para construir y elaborar MDT, las cuales a futuro le podrán ser de gran utilidad en su ejercicio profesional, ya que esta no solo implica la utilización de apartados conceptuales y pedagógicos, sino también conocimientos en el manejo de las tecnologías y el diseño, es decir un desarrollo en competencia Digital docente de creación de contenidos

En cuarta instancia, es necesario mencionar que la creación de un MDT no necesariamente implica usar aplicaciones con un alto nivel cognitivo con relación a la programación, sino que, también es imprescindible denotar que existen alternativas mucho más asequibles y accesibles para el profesor en formación, para este caso como lo fue el programa PowerPoint, las cuales pueden contribuir a superar el impedimento o dificultad técnica para diseñar y crear un MDT. En otras palabras, que el miedo y las limitaciones técnicas que tenga un DFI no se conviertan en las limitaciones para la expresión de su creatividad y de su competencia de diseño y de desarrollo de un MDT. En ese sentido, se recomienda promover desde semestres intermedios que los DFI realicen creaciones de MDT en los cuales actúen o participen como autores que van fortaleciendo sus conocimientos y competencias en estos campos de investigación.

Finalmente hay que mencionar que, este trabajo de investigación como proyección, es muy productivo, ya que a pesar no tener un fuerte desde la perspectiva técnica en relación con el programa de montaje y lanzamiento de este, vislumbra la posibilidad de que se promuevan mas trabajos de investigación, en donde prime la creatividad y el emprendimiento hacías mas

áreas de conocimiento donde los MDT aún falta por recorrer, para dar apoyo en la enseñanza-aprendizaje. Así mismo mencionar, que la realización de MDT con estas características son de bajo o costo cero con relación a la creación.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguaded Gómez, J. I., & Tirado Morueta, R. (2008). *Los centros TIC y sus repercusiones didácticas en primaria y secundaria en Andalucía*. *Educación*, (41), 061-90.
- Area Moreira, M. (2019). *Guía para la producción y uso de materiales didácticos digitales: recomendaciones de buenas prácticas para productores, profesorado y familias*.
- Asociación de Información Ambiental de Colombia - SIAC (2016). Calidad del agua. Minambiente . Consultado el 19 de noviembre, 2020. <http://www.siac.gov.co/calidadagua>
- Barrera Moncada, J y Riascos Sarmiento, I. (2020). Diseño y desarrollo de una narrativa interactiva para promover la comprensión pública de las ciencias. Universidad del Valle.
- Borrás, I. (1997). *Enseñanza y aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica*. *Pixel-Bit*, 9, 5-13.
- Blesa, M., & Castro, G. (2015). *Historia natural y cultural del mercurio*. Buenos Aires: Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias.
- Calderone, M., & González, A. H. (2016). *Materiales didácticos: una metodología para su producción en la era de las TIC*. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7.
- de la Torre, F. B. (2017). *Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución*. *Cuadernos de estrategia*, (186), 21-70.
- De Pablo, P. C. (2008). *Recursos didácticos en ciencias naturales*. J. F. Díaz (Ed.). Real Sociedad Española de Historia Natural.

- El País (2015). *Minería ilegal, el cáncer de los Farallones*. Consultada el 17 de noviembre de 2020, <https://www.elpais.com.co/especiales/mineria-ilegal-en-los-farallones/>
- El tiempo (2020). *¿Qué provocó que el río Cali se tiñera de negro?* Recuperado de <https://www.eltiempo.com/colombia/cali/el-director-del-dagma-explica-una-urgente-necesidad-sobre-manejo-del-caudal-y-su-contaminacion-538652>
- Gaioli, M., Amoedo, D., & González, D. (2012). *Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente*. Archivos argentinos de pediatría, 110(3), 259-264.
- Gómez, M. S. (2012). *Diseño de medios y recursos didácticos*. Innovación y Cualificación.
- González, H. T. (2018). *Herramientas tecnológicas para el diseño de materiales visuales en entornos educativos*. CENTRO, 22(74).
- ICFES (2019). *Guía de orientación saber 11° - 2019-2*. Mineducación
- Isassi, J. A. G., & Treviño, F. (2015). *Cambio climático y ecosistemas digitales: Las narrativas transmedia como nuevas prácticas comunicativas*. Razón y palabra, 19(91).
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2015). *¿Qué son los saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido (TPACK)?* Virtualidad, educación y ciencia, 6(10), 9-23.
- Martínez Medina, M. W. (2008). *Estudio comparativo del nivel de conocimiento sobre la toxicidad del mercurio y su correcta manipulación, en estudiantes (de cuarto y quinto años, así como pendientes de requisitos clínicos) de la facultad de odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (durante el año 2,007). Elaboración de un protocolo sobre el manejo del mercurio*. Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Marqués P. (2000). *Los medios didácticos y los recursos educativos*. Revista DIM.
- Marqués Graells, P. (2013). *Los medios didácticos y los recursos educativos*.

- Maturano, C., & Mazzitelli, C. (2018). *Libros de texto de ciencias naturales, de ayer, de hoy y, ¿de siempre?* Revista de Enseñanza de la Física, 30(1), 49-62.
- Mestre J. (2018). *Narrativas interactivas: ¿cuál usar y por qué?* The Connect & Develop & Innovate Agency S.L. FLUOR Lifestyle. Recuperado el día 12/mayo/2021 de <https://fluorlifestyle.com/narrativas-interactivas-usar/#:~:text=Las%20narrativas%20interactivas%20son%20aquellos,emergentes%20o%20nuevos%20formatos%20adaptados.>
- Morales Muñoz, P. (2012). *Elaboración de material didáctico*. México: Red Tercer Milenio.
- Morales Rodríguez, M., Benitez Hernandez, M., & Agustín Santos, D. (2013). *Habilidades para la vida (cognitivas y sociales) en adolescentes de zona rural*. Revista electrónica de investigación educativa, 15(3), 98-113.
- Mota A. (s.f.). *Química inorgánica ambiental. Tema 3: Metales pesados tóxicos: El Mercurio*. Universidad de Granada. Consultado el 22 de noviembre, 2020. https://www.ugr.es/~mota/QIA_TEMA-3_Hg.pdf
- Mollocondo Vilca, M. R. (2020). *Tolerancia in vitro de enterobacterias a mercurio, plomo, cefalexina y cloranfenicol aisladas del río Coata, Puno*. Repositorio institucional UN. Universidad de la universidad nacional de Colombia.
- Ramos, E. E., & Ruz, T. P. (2010). *Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. Investigación en la Escuela, (71), 17-24.
- Redondo, M. R. (2018). *Diseño de narrativa digital interactiva*. CUCC innova'18, 13.
- Restrepo, G. A. A. (2015). *Impactos ambientales generados por el uso del mercurio en la minería aurífera ilegal. caso de estudio: valle del cauca*.
- Rojas, D. I. C. (2010). *Evaluación probabilística de riesgos por exposición a mercurio en la minería aurífera artesanal de Colombia*.

- Ruiz Macías, E., & Duarte, J. E. (2018). *Diseño de un material didáctico computarizado para la enseñanza de oscilaciones y ondas, a partir del estilo de aprendizaje de los estudiantes*. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación; Volumen 8, número 2.
- Ruiz Rodríguez, C. (2015). *Una aproximación a las ciencias naturales a través de los sentidos*.
- Salazar, R. (2013). *Pedagogía tradicional versus pedagogía constructivista*. Universidad de Quilmes, Ecuador. Doi, 10.
- Sarmiento Santana, M. (2007). *La enseñanza de las matemáticas y las Ntic. Una estrategia de formación permanente*. Universitat Rovira i Virgili.
- Tipantuña, J. L. (2019). *Uso de narrativas digitales como recurso didáctico para el aprendizaje adulto: propuesta de diseño para su integración en el aprendizaje permanente*. 593 digital Publisher CEIT, 4(4), 29-43.
- Pregrado: Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental (s.f.). *Descripción general*. Universidad del valle. Recupera de <http://iep.univalle.edu.co/licenciatura-en-ciencias-naturales-y-educacion-ambiental>
- Vargas Murillo, G. (2017). *Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje*. Cuadernos Hospital de Clínicas, 58(1), 68-74.
- Vargas-Ramos, C., & Fernández Salazar, M. C. (2018). *Percepción de la educación ambiental en alumnos del nivel medio superior*. Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo, (agosto). Formato HTML.
- Vera, M. I., Lucero, I., Stoppello, M. G., Petris, R. H., & Giménez, L. I. (2018). *Recursos TIC para el aprendizaje de la química y la física en el ciclo básico universitario*. In XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).

- Voitzuk, A., Greco, V., Caputo, D., & Alvarez, E. (2014). *Nefropatía membranosa secundaria a exposición laboral con mercurio metálico*. Medicina (Buenos Aires), 74(5), 397-399.
- Viafara R. (2015). La relación de las tecnologías de la información y la comunicación, los medios didácticos tecnológicos y la enseñanza de las ciencias naturales. En Zambrano A. *Estatuto epistemológico de la investigación en Educación en Ciencias periodo 2000-2011*. Programa editorial Univalle.

9. ANEXO

Enlace para descargar la narrativa digital interactiva, para ello debes darle clic sobre siguiente enlace

Formato (.ppsx):

<https://drive.google.com/file/d/1TiuZorHisxPa9QIv8itLwfX0mxhMbnjD/view?usp=sharing>

Formato comprimido (.ppsx): <https://drive.google.com/file/d/1PGB4KZS8BIVBZImvO4-44zLCOjw1aoFp/view?usp=sharing>

Es necesario descargar y una vez se tenga del PowerPoint instalado en el ordenador, dé clic sobre el archivo descargado para que este se lance o se active automáticamente. En dado caso de tener problemas con la descarga o no entender el procedimiento, a continuación, habrá un enlace la cual contiene un manual con las indicaciones visuales y textuales del caso

(<https://drive.google.com/file/d/1NzeZ6ibo73LTRvR2a-ipG8wd12JKPU1a/view?usp=sharing>).