

DISEÑO DE UN CASO CRIMINALÍSTICO PARA LA PROMOCIÓN ACTITUDINAL  
EN EL MARCO DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN  
PROFESORES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN

DANIEL ALEJANDRO MUÑOZ CABRA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C.  
2022

DISEÑO DE UN CASO CRIMINALÍSTICO PARA LA PROMOCIÓN ACTITUDINAL  
EN EL MARCO DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN  
PROFESORES DE QUÍMICA EN FORMACIÓN

DANIEL ALEJANDRO MUÑOZ CABRA

TRABAJO DE GRADO

DIRECTOR  
MSc. DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA Y SUS CIENCIAS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C.  
2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

FIRMA DE EVALUADOR INTERNO

---

FIRMA DEL EVALUADOR EXTERNO

---

FIRMA DEL DIRECTOR

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia, en especial a mi mamá Elizabeth Cabra y mi papá Henry Muñoz, por ser siempre un motor de apoyo, por alentarme a ser mejor persona. A mi prima Andrea Leal, por su apoyo y compromiso, no solo estuvo alentándome, estuvo en todo momento ayudándome, guiándome para salir adelante y más que nada, para ser mejor persona. Te agradezco de todo corazón por ayudarme, en especial cuando más me sentí perdido y encontrar el camino para superar mis obstáculos. A mí hermano Nicolás Muñoz, por la comprensión, ternura y apoyo en todo momento, por ayudarme en los momentos correctos cuando necesite de alguien, por todo su tiempo y espera, para que por fin llegara este momento y poder celebrar este gran sueño que estoy cumpliendo.

Le quiero agradecer a todas las personas que me apoyaron y conocí a lo largo de mi carrera, por ser parte de mi camino para llegar a ser profesional, nunca olvidare esas tardes de risas y su carisma. También a las buenas amistades que construí en la universidad, quienes sin esperar nada a cambio están ahora aquí conmigo, entre ellos Alexis C, Karen Q y Laura C, que sin importar donde se encuentren, agradezco todos esos momentos que llegamos a compartir. En especial, agradezco a Erika Acosta por su apoyo, por brindarme un espacio en su vida y apoyarme desinteresadamente, sin esto, no hubiera podido lograr este proyecto.

Le quiero agradecer al profesor Diego Blanco por su esfuerzo y compromiso, para que esta investigación saliera adelante, eternamente agradecido por todo su tiempo y lectura. Agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional por formarme como persona, a todos sus profesores que dejaron un granito de arena en mí, con sus enseñanzas.

Finalmente, quiero agradecer con este trabajo a los profesores, que en mis años escolares me dijeron que no lograría nada, hoy con esta investigación les demuestro que estoy consiguiendo grandes cosas, y gracias a esas palabras hirientes, me motive mucho más en alcanzar mis metas y sueños para superarme.

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	JUSTIFICACIÓN .....	10
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4.	OBJETIVOS.....	12
4.1.1.	OBJETIVO GENERAL .....	12
4.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
5.	ANTECEDENTES.....	13
6.	MARCO DE REFERENCIA .....	16
6.1.	Vínculo entre la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con la metodología 7E .....	16
6.2.	ACTITUDES.....	17
6.3.	CUESTIONARIO DE OPINIONES SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (COCTS) 18	
6.4.	METODOLOGÍA 7E.....	19
6.5.	QUÍMICA FORENSE .....	20
6.5.1.	Técnicas analíticas.....	21
6.5.2.	Espectroscopia IR .....	22
6.6.	DISEÑO DEL CASO CRIMINALÍSTICO.....	23
7.	METODOLOGÍA .....	25
7.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	25
7.2.	PARTICIPANTES.....	25
7.3.	INSTRUMENTO .....	26
7.3.1.	Instrumento de evaluación actitudinal Pre-test, Post-test.....	26
7.4.	ETAPAS METODOLÓGICAS DE INVESTIGACIÓN .....	28
7.4.1.	Fase inicial .....	28
7.4.2.	Fase intermedia.....	29
7.4.2.2	Diseño del caso criminalístico.....	30
8.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	31
8.1.	RESULTADO Y ANALISIS DEL DISEÑO DEL CASO CRIMINALISTCO .....	31
8.2.	RESULTADOS ACTITUDINALES Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 7E .....	32
8.2.1.	Evaluación de actitudes frente a la CyT .....	32

8.2.2.	Cambios actitudinales significativos. ....	36
8.2.3.	Análisis del Espectro del grupo funcional. ....	38
9.	CONCLUSIONES.....	39
10.	RECOMENDACIONES.....	40
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	41
12.	ANEXO.....	44

### LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1. Índice global ponderado. Elaboración propia.....	34
Grafica 2. Avance positivo actitudinal de la persona 1. Elaboración propia .....	36
Grafica 3. Estabilidad actitudinal de la persona 3. Elaboración propia .....	37
Grafica 4. Índice global actitudinal, desmejoramiento de la persona 4. Elaboración propia .....	38

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tomado de Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014. Categorías y descripción de las actitudes .....	18
Tabla 2. Cuestionarios y subtemas pre-test, post-test. Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014).....	27
Tabla 3. Fases del ciclo 7E para la estructuración de la metodología adoptado de: (Vázquez, Manassero, & Benssar, Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal. Palma de Mallorca, 2013) .....	29
Tabla 4. Correlación código COCTS, temática y enunciado tomado de (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).....	32

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del ciclo de aprendizaje 7E. Elaboración propia. Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Romero Ariza & Vázquez Alonso, (2013) .....	19
Figura 2. Vibración de estiramiento del dióxido de carbono, recuadrada en rojo lo es activa en IR. Tomado de: García Ruiz, (2020).....	22
Figure 3. Fases metodológicas de la investigación. Elaboración propia.....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza está sujeto a ajustes continuos que fomentan el uso de nuevas tecnologías y tendencias de aprendizaje que aseguran la calidad de la educación. La educación tradicional de la química está dando un paso al uso de nuevas actividades y alternativas que demuestren el interés de los estudiantes por consolidar su aprendizaje. Por esta razón, los profesores deben promover la apropiación de herramientas innovadoras, que despierten el interés de los educandos con materiales de enseñanza, que se fundamenten en lúdicas en donde ellos se convierten en el personaje principal.

El objetivo de este estudio desde un enfoque de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, consiste en evaluar las actitudes adecuadas, a partir de un caso criminalístico de la química forense, en estudiantes en formación de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, por medio del Cuestionario COCTS. Lo que permite, que los aprendices puedan desarrollar actitudes adecuadas para favorecer el aprendizaje de las ciencias, en particular de la química, puesto que, son temas o tareas que son complejas de entender.

Estas actividades prácticas implican un esfuerzo adicional por parte del docente, para el montaje y adaptación del material a exponer, lo cual puede aumentar la satisfacción y el esfuerzo de los estudiantes en el aprender, posibilitando un factor de motivación externo que influye en el rendimiento académico y en las habilidades cognitivas, sociales y emocionales.

Conjuntamente, este método propuesto (caso criminalístico) se puede llegar a utilizar, para simular situaciones en las que los estudiantes se enfrentan a condiciones reales, como nos indica Josephen & Kristensen, (2006), quienes utilizaron una simulación de laboratorio para ayudar a los estudiantes universitarios a adquirir habilidades experimentales y analíticas. Así mismo, Sera y Wheeler (2017), muestran algunos elementos y mecanismos propios de un juego, para la enseñanza en temas asociados a la salud, entre ellos, juegos de preguntas y respuestas web, en estudiantes de farmacia; el uso de un simulador de paciente humano para encontrar el mejor curso de acción en caso de una emergencia; y, visitas domiciliarias simuladas en estudiantes de medicina, para identificar factores de riesgo de caídas y otros elementos potencialmente peligrosos.

Además, Josephen & Kristensen, (2006) usaron herramientas didácticas como estrategia de aprendizaje, que han demostrado que, a través de aplicaciones de conceptos teóricos o prácticos se pueden cubrir ciertas carencias del conocimiento que los estudiantes pueden adquirir. No obstante, también afirman que, los



estudiantes en su mayoría no logran colocar en práctica cada uno de los pasos del método científico.

Por otro lado, en la mayoría de los casos trabajados en los laboratorios de química, los estudiantes universitarios en una situación real, tienen la potestad para reunirse y poder seleccionar el pre-tratamiento y el análisis de la muestra, así como, la interpretación de los resultados, sin embargo, no pueden escoger la muestra que desean analizar, el método de muestreo y las condiciones de almacenamiento dispuestas para preservar la muestra.

Para este caso, los estudiantes realizaron este procedimiento y además tuvieron la posibilidad de realizar el montaje y el análisis del principio activo de la muestra, lo que les permitió fortalecer sus conocimientos en química instrumental, en específico en equipos. Esto, fortalece su reconocimiento de una amplia variedad de problemas sociales, que generalmente se convierten en preguntas analíticas, ya que, se requiere el análisis químico para resolverlos (ejemplo, dopaje, contaminación en cuerpos de agua, derrames de petróleo y contaminación en alimentos, envenenamiento, etc.). Es importante destacar que la química analítica no puede considerarse aislada de otras asignaturas, es importante relacionarla con otras disciplinas.

Por otra parte, esta investigación muestra cómo se implementó una secuencia de enseñanza-aprendizaje, orientada al desarrollo de actitudes CTS, lo que permitió reconocer las actitudes adecuadas en los estudiantes en formación y fortalecerlas en el método de análisis químico.

Este documento se estructura de la siguiente manera: i) Se encontrará una justificación en donde se describe la importancia de este trabajo, ii) Se expone el enfoque que se utilizó de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (en adelante NdCyT), iii) Se presentan los antecedentes sobre la materia para dilucidar los avances y vacíos frente a este tema, IV) Se detallan las fases metodológicas de la presente investigación, V) Se develan los análisis y resultados de la secuencia de enseñanza-aprendizaje, VI) Se presentan las principales conclusiones y recomendaciones emergentes del presente trabajo.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo de grado se basa en la necesidad de búsqueda de estrategias, para comprender la química profesores en formación en la educación superior y en particular la química forense, donde es primordial el componente experimental. En el cual se despliega el uso de técnicas de análisis, como, por ejemplo, la espectroscopia de infrarrojo.

Es relevante el desarrollo o promoción de actitudes adecuadas en profesores en formación en el marco de la NdCyT, pues ello permite, la incorporación de estrategias centradas en el estudiante, como, por ejemplo, el caso criminalístico, el cual retoma elementos de la química forense.

En donde, además, es posible encontrar puntos de encuentro entre los aspectos teóricos y las técnicas de análisis, las cuales permitan fortalecer las actitudes adecuadas de cara a los retos que se enfrentan en contextos de la vida real.

Con base en la perspectiva de la sociología externa de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), es posible llevar a cabo en los estudiantes la estructuración de actitudes e interacciones en relación entre la sociedad y el sistema científico-tecnológico, conllevando consigo las aplicaciones e implementaciones científicas y tecnológicas en contextos de experiencia y participación social (Bannásero, Vázquez, Manassero, & Garcia-Carmona, 2010); facilitando el abordar tópicos en la química forense, en la cual se pueden asemejar y comprender las relaciones, causas y efectos entre la Ciencia y Tecnología (en adelante C y T) en la sociedad, así como promover el aprendizaje de conceptos.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las temáticas en química, son un proceso complejo y difícil de aprender. Abarca gran cantidad de juicios a la hora de poner en práctica los conocimientos científicos, por lo que, “el interés que tenga el alumno por el tema concreto de estudio interviene en su motivación para el aprendizaje, un tema interesante desencadena con facilidad el esfuerzo necesario para aprenderlo” (Carrillo, Padilla, Rosero, & Villa Gomez, 2009.p.10). Esto señala el impacto y consolida la presencia de la ciencia en la sociedad, pues se requiere de un conjunto de habilidades y conocimientos científicos previos, que hacen que los estudiantes cataloguen la química como una ciencia incomprensible.

Dentro de las confusiones que se pueden llegar a evidenciar en el aprendizaje de los estudiantes, se pueden encontrar: el mal uso de la información y la fácil adquisición de información en la web, mostrando así lo poco confiable y fundamentados que se encuentran los textos, pues muestran baja calidad argumentativa y análisis científico. Como lo señala Fernandez Palop, Caballero García, & Fernández Bravo, (2017) “en los libros de texto se encuentra una serie de errores que aparecen con frecuencia y se transmiten a profesores y estudiantes” (p.209).

Por lo que, estos errores pueden llegar a evidenciarse a la hora de poner en práctica la teoría en los espacios de laboratorio, así como, en el momento de evaluar las actitudes adecuadas de los estudiantes en formación.

Por otro lado, las técnicas espectroscópicas como método de análisis instrumental son un tema extenso, en especial cuando se abarca desde la química analítica. Por esta razón, es necesario producir material educativo confiable, de calidad, de fácil acceso en su contenido y claro para el beneficio de licenciados en Química.

En este trabajo de investigación se realizó el diseño de un caso criminalístico para la enseñanza de espectroscopias IR, en compuestos orgánicos con profesores en formación en química en la asignatura Sistemas Bioquímicos grupo II, para la promoción las actitudes adecuadas en el proceso de aprendizaje.

Con lo anterior, la pregunta de investigación que orienta este trabajo de investigación es ¿Cómo el diseño de un caso criminalístico fundamentado en la química forense promueve actitudes adecuadas en el marco de la naturaleza de la ciencia y la tecnología de un grupo de profesores en formación de química?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la incidencia de un caso criminalístico fundamentado en la química forense en la promoción de actitudes adecuadas en el marco de la naturaleza de la ciencia y la tecnología de un grupo de profesores en formación de química.

### **4.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un estudio de caso criminalístico fundamentado en la química forense, en la NdCyT y en técnicas espectroscópicas IR.
- Analizar la progresión actitudinal por medio del cuestionario COCTS, a partir de la influencia de un caso criminalístico en un grupo de profesores de formación en química.

## 5. ANTECEDENTES

En el siguiente apartado, se describen de manera cronológica las diversas investigaciones que permiten reconocer el enfoque en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, encontrando las principales conclusiones desarrolladas por los investigadores y los vacíos en este tópico que dan cavidad a la pregunta problema del presente trabajo investigativo.

Los investigadores Cobo Huesa, Abril, & Ariza, (2021) sostuvieron como premisa de investigación, que el conocimiento didáctico del contenido en el profesorado en formación para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (NdC), es uno de los grandes retos a los que se deben enfrentar en la investigación educativa, puesto que primero deben conseguir el desarrollo de la alfabetización científica. Una de sus conclusiones es que, una de las maneras de enseñanza dinámica de la NdC, es poniendo en contexto el pensamiento crítico, para que el estudiante pueda fortalecer el carácter individual y la autorreflexión frente al manejo de vocabulario científico. Lo que se retoma como herramienta en el presente trabajo.

De igual forma, en 2020 los investigadores Perez & Menses Villagrà, estudiaron las actividades de aprendizaje que muestran los libros de ciencias naturales de las editoriales más reconocidas de España, con el objetivo de identificar si estimulaban el aprendizaje, las capacidades y la construcción de conocimientos en el contexto de los estudiantes, ya que incorporaban actividades que estimulaban la competencia científica en comparación con los textos de hace dos décadas. Así, comprobaron que los libros planteaban actividades aisladas, que permitían el desarrollo de las capacidades que se necesitan, especialmente en la búsqueda de la organización de la información, interpretación y comunicación. No obstante, señalan un vacío en actividades que facilitaran ejecutar procesos indagatorios científicos y desarrollo de situaciones en contexto. Por último, los investigadores encontraron que los profesores consideran que las editoriales están distantes de la realidad de los programas de ciencias respecto al desarrollo de las competencias científicas necesarias a adquirir.

Estas investigaciones permiten tener un análisis de cómo se interpretan diferentes textos en la enseñanza de conceptos científicos en la actualidad, proporcionando una base conceptual del manejo de conocimiento científico e investigativo para emplear el tema de la química forense y lo que conlleva para asimilar lo comprendido. Así mismo, señala la importancia de colocar las problemáticas en contexto.

Así mismo Cuellar Fernández & Marzábal Blancafort, (2020) manifiestan que para comprender la NdC de los estudiantes, los profesores deben orientar el diseño e implementación de secuencias de forma explícita en los aspectos epistemológicos y no epistemológicos, donde se orienten los procesos de formación inicial y continua de los profesores de ciencias. Los investigadores proponen estrategias de recolección de datos, que complementen las visiones de la NdC de los estudiantes. Por otra parte, los autores muestran desde la epistemología como el profesorado transmite los elementos de la NdC a los estudiantes, identificando que los profesores presentan visiones epistemológicas constructivistas, junto con la historia de la ciencia, evidenciando la escasa y la poca dependencia en el contexto disciplinar, debido a obstáculos institucionales, tiempo y del currículo.

Los autores aportan al presente trabajo de investigación, la importancia de la didáctica en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, el uso de los conceptos epistemológicos y no epistemológicos en el aula de clase, y la evaluación de las actitudes de los estudiantes, haciendo énfasis en el diseño de secuencias orientadas a una actitud inicial y una actitud final, que se desarrolla en una secuencia basada en el tema a trabajar como lo es la química forense.

Según Vázquez Alonso Á., Manassero Mas, Acevedo Díaz, & Acevedo Romero, (2014) plantean desde un punto educativo que la fijación de la NdC en la educación, debe perseguir la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, por tanto, la aportación ciudadana en las decisiones científicas de interés social, requiere de la comprensión de los elementos básicos de NdC. De esta esta investigación se rescatan, las necesidades e intereses de los estudiantes, ya sea de manera científica y tecnológica o teniendo en cuenta los conceptos que se manejan en el desarrollo de actividades respecto al tema de educación científica.

Según Acevedo Díaz, (2008) las actividades científicas, se deben implementar desde el enfoque de la NdC, esto permite su comprensión por parte del profesorado y los educandos. Pone a prueba, que el material que se está generando tenga una relevancia adecuada sobre la NdC. Y sobre esto los resultados no fueron los esperados, ya que los estudiantes tenían una comprensión muy baja frente a la NdC, consecuencia de la escasa atención que se percibe en el currículo de ciencias.

Como aporte de esta investigación el autor indica, que, según algunas secuencias realizadas, los estudiantes tienen una baja comprensión e interpretación de conceptos científicos, por ende, es importante indagar la población a estudiar y analizar el tipo de material que pueda ser contribuido a estos.

Llegados a este punto, Garriz, (2006) muestra como problemática a la hora de enseñar ciencias, el poco interés del estudiante, puesto que, este necesita una especial atención en los aspectos emocionales, actitudinales y afectivos. Esta

investigación aporta al presente trabajo de grado, que el enfoque NdC debe explorar los intereses y problemáticas de los estudiantes, vinculando a toda la comunidad. Así como también, motivándolos en la búsqueda y el equilibrio del conocimiento, de manera tal, puedan presentar ideas y contenidos básicos frente a la complejidad de los contenidos que se puedan evidenciar.

El trabajo de Lederman, (1992) recoge un breve acercamiento histórico de 40 años de la naturaleza de la ciencia. Recopilando información clave para el aprendizaje del concepto de la NdC, su fijación en el currículo de ciencias y el desarrollo de actitudes propias del pensamiento científico como vía del conocimiento, incluyendo valores y creencias. De esta investigación, se resalta el pensamiento crítico en la implementación del plan de estudio en las NdC.

Todo lo anterior, aporta en el reconocimiento de los vacíos investigativos en la enseñanza de las ciencias, los cuales son: i) La ausencia de las NdC en el currículo implementado, ii) La carencia de material pedagógico desde la NdC, aterrizado a las competencias que necesitan los profesores en formación, iii) El poco interés de los docentes por cambiar el currículo a enseñar, iv) La persistencia de conceptos epistemológicos conductistas en los profesores, que no permiten actualizarse en nuevos conocimientos sobre la NdC.

Por último, cabe resaltar que, frente a la enseñanza en el campo de la CyT, se encuentra poca información sobre el diseño de un caso criminalístico, para comprender las técnicas de la espectrofotometría, en especial del Infrarrojo (IR) y el uso de estas para demostrar la interacción de la materia y la energía en el marco del estudio de la química. Por lo que, este proyecto aportará a su comprensión y el afianzamiento de herramientas didácticas que permitan su mejor aprendizaje en los profesores en formación.

## **6. MARCO DE REFERENCIA**

Los métodos de desarrollo en la ciencia y la tecnología han generado una necesidad en la formación dirigida hacia la sociedad, la cual sea posible la comprensión de dichas interacciones; en este apartado es de importancia el trabajo realizado por la corriente Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) ya que se busca como objetivo principal encontrar una relación entre la ciencia, tecnología y sociedad, promoviendo así acciones encaminadas a la resolución de problemas que interrelacionan estos tres enfoque mencionados anteriormente (Membiela, 2001). Por lo tanto, para demostrar las actitudes de los estudiantes en relación a la ciencia se implementó una serie de actividades con la metodología 7E en el diseño del caso criminalístico, estableciendo relaciones directas con los procesos educativos para los ciudadanos. En donde como conceptos que aportan a la investigación se encuentran: CTS, metodología 7E, actitudes, cuestionario (COCTS), diseño del caso criminalística y química forense; siendo este último como un concepto disciplinar.

### **6.1. Vínculo entre la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) con la metodología 7E**

La introducción de la corriente CTS en los currículos en ciencias se ha contemplado de una manera no planeada y desordenada, fruto del rápido y necesario desarrollo de preocupaciones sobre las acciones científicas y tecnológicas con incidencia social. Los manejos educativos han obligado a que los docentes puedan innovar el currículo de ciencias con la entrada de la corriente CTS para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y así ser organizados, y aplicados en el entorno. Sin apropiación a la diversidad de enfoques que se presentan en entornos que pueden ser organizados, aplicados y evaluados tales contenidos (Solomon, 1989).

En complemento (Vázquez & Manassero Mas, 2012) resaltan que es necesario la inclusión de la Naturaleza de la ciencia y la Tecnología (NdCyT) al currículo de ciencias, esto para contribuir a la educación científica promoviendo el aprendizaje con respecto al CTS en el cual sea innovador y creativo para los estudiantes según en el entorno donde se encuentren.

Siendo así, la naturaleza de la ciencia y la tecnología como el conjunto del meta-conocimiento sobre estos enfoques los cuales permiten generar cuestiones, que se apoyen y respondan con indagaciones posiblemente interdisciplinarias, ya que en la mayoría de los casos se limita a la organización del método científico con otras



áreas, sin apelar la creatividad, ni conceptos previos en cuanto a la observación. (Vázquez & Manassero Mas, 2012) abarcando esa idea, se considera una línea base de opiniones con respecto a la experiencia que ha tenido el docente en el momento de evaluar.

## 6.2. ACTITUDES

Las actitudes hacia la ciencia son tendencias cognitivas, conductuales, motivacionales positivas y negativas, para un determinado objeto de actitud. Para la medición de estas mismas, se han generado varios instrumentos, pero pocos fiables por su validez, como consecuencia de esto se generó un instrumento que posibilita el estudio de las actitudes y como poder cuantificar los resultados, por esta razón Manassero Mas & Vázquez Alonso (2002) traen del inglés el cuestionario Views on Science-Technology-Society (VOSTS) adaptándolo al español, denominado Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Ofreciendo un abanico de posibilidades actitudinales

En el contexto escolar, se habla sobre las actitudes frente a la naturaleza de la ciencia, y como está ha evolucionado en relación a la ciencia, incidiendo en la sociedad. Como indica Pelcastre Villafuerte, Gómez Serrato, & Zavala, (2015) el rendimiento escolar ha sido una problemática que se debe analizar desde diversos puntos de vista, puesto que, las actitudes, se deben considerar como contenidos u objetivos que se trabajen en la escuela.

Las actitudes para este trabajo, se relacionan con la ciencia, tecnología y sociedad (CTS) en los procesos de educación, estos deben generar interés y que promuevan valores frente a la ciencia. Las actitudes se definen como el conjunto de conocimientos, atracciones, conductas afectivas y comportamientos que surjan en un individuo hacia un objeto social determinado. (Vázquez Alonso, Acevedo Díaz, & Manassero Mas, 2001).

Por lo tanto, en relación a cada uno de los aspectos las actitudes son catalogadas como:

*Adecuadas*: La oración expresa una opinión coherente con los conocimientos de historia, epistemología y sociología de la ciencia.

*Plausibles*: No está totalmente de acuerdo, a la frase pronuncia algún aspecto conforme.

*Ingenuas*: En la oración expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible.

Para poder valorar cada uno de los aspectos y respuestas de los estudiantes, se utilizo el cuestionario COCTS.

### 6.3. CUESTIONARIO DE OPINIONES SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (COCTS)

El instrumento evaluativo de carácter empírico Views on Science, Technology an Society (VOSTS) desarrollado en 1989; es un instrumento válido y fiable para las investigaciones educativas y pedagógicas con el fin de demostrar las concepciones CTS-NdC de los encuestados (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).

Este instrumento fue adaptado al español, enmarca las actitudes hacia la CyT, construyéndose así el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), conformado por 100 cuestionarios CTS traducidas del VOSTS, este con el fin de desarrollar un instrumento fiable y viable, permitiendo el uso de este en cualquier país hispanohablante (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).

Debido a que el cuestionario está dirigido a la evolución de las opiniones y concepciones CTS-NdC se realiza la creación de una métrica cuantitativa que origina índices normalizados e invariantes a partir de las respuestas directas de los encuestados, teniendo en cuenta las categorías del escalamiento de las frases (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).

“Este escalamiento se aplica mediante un panel de 16 jueces expertos para clasificar las numerosas frases del COCTS (637) en una de las tres categorías normalizadas, las cuales son las siguientes: ingenua, plausible y adecuado; partiendo como se presenta en la siguiente tabla 1:

*Tabla 1. Tomado de Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014. Categorías y descripción de las actitudes*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Adecuado (A)</b>	Que frase corresponde a un punto de vista apropiado.
<b>Plausible (P)</b>	Aunque no es totalmente adecuada, la frase expresa algunos aspectos aceptables

---

**Ingenuo (I):**

La frase expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible

---

Estas categorías se resaltan en el desarrollo del trabajo de investigación ya que son asignadas a los estudiantes de población según la actitud que obtengan al realizar los cuestionarios (COCTS), en combinación con la metodología 7E, son analizados y evaluados extrayendo la información que fue previamente investigada.

#### 6.4. METODOLOGÍA 7E

El ciclo “de aprendizaje 7E”, nombra siete etapas cíclicas que empiezan con la letra E (figura 1), las cuales contribuyen a una estructura didáctica. El orden temporal de las etapas es flexiblemente orientado, indicando que las etapas se pueden desarrollar colectivamente o se puede intercalar una etapa sobre la otra. (Romero Ariza & Vázquez Alonso, 2013)

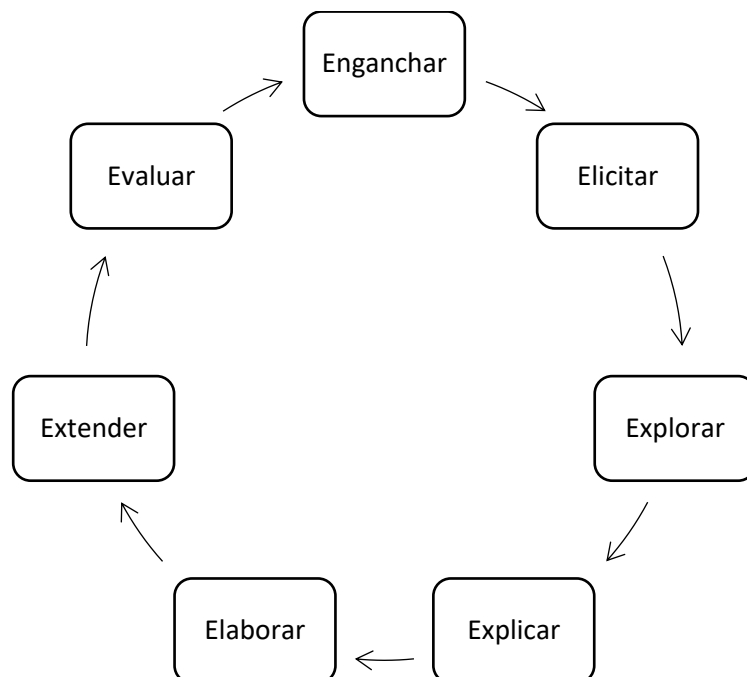


Figura 1. Etapas del ciclo de aprendizaje 7E. Elaboración propia. Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Romero Ariza & Vázquez Alonso, (2013)

Según Romero Ariza & Vázquez Alonso, (2013) las etapas se pueden desarrollar conjuntamente o también se pueden superponerse unas sobre otras. Las etapas son:

- Enganchar: Consta en originar interés y curiosidad en los estudiantes, involucrandolos en el tópico a trabajar.
- Elicitar: Se explora sobre las diversas concepciones previas presentes en los estudiantes, dando así, sus saberes esto con el fin de generar ambientes que propicien la construcción de un aprendizaje significativo.
- Explorar: En conjunto actividades de aprendizaje (diseño de proyectos o experimentos, resolver problemas, toma y análisis de datos, conseguir conclusiones, desarrollar hipótesis, hacer predicciones, discutir temas, etc.). Los educandos profundizan en el tema de estudio, para su comprensión.
- Explicar: El docente a cargo hace uso de “conceptos, terminología, hechos, leyes, etc. Para interpretar y reforzar los resultados de la fase de exploración.” (Romero Ariza & Vázquez Alonso, 2013).
- Elaborar: Refleja en transferir y emplear el aprendizaje a nuevas preguntas y problemas planteados por el docente.
- Extender: “Transferir y aplicar el aprendizaje a nuevos dominios, cuestionarios y contextos más lejanos de los estudiantes (creatividad).” (Romero Ariza & Vázquez Alonso, 2013). Poder llevar el conocimiento más allá del aula.
- Evaluar: Aplicación de métodos e instrumentos, para la ejecución de una evaluación formativa en todos sus aspectos relevantes que se trabajaron durante las demás etapas.

La metodología 7E abarca varios contenidos de acuerdo con el modelo de aprendizaje, evidenciando en el estudiante su cognición, sus diversos cambios metodológicos conceptuales y actitudinales cuando son promovidos. De tal manera los elementos de los enfoques pretenden en el aula el abordaje de situaciones problemáticas en relación a su entorno, las cuales se puedan enlazar en la variedad de la NdCyT con el aprovechamiento de los conceptos científicos y tecnológicos. Con lo dicho anteriormente, se identifican cierta identificar los conceptos específicos de la química en especial de la química forense sobre las cuales se estructura el diseño del caso criminalístico.

## **6.5. QUÍMICA FORENSE**

La química forense o ciencias forenses Nuñez Rodríguez, (2022) reside en la convergencia del conocimiento científico para complementar el sistema jurídico en la parte administrativa, se relacionan todas aquellas disciplinas que desde sus prácticas dan información para la solución de un hecho controvertido. En este

sentido, se pueden llegar a resolver en distintas formas el crimen ocurrido, donde se deben articular cada una de las perspectivas de las profesiones, para conciliar, el fundamento de la teoría de lo ocurrido y poder aclarar el suceso que se llevó a cabo.

De esta forma García Ruiz, (2020) indica que esta ciencia en general se basa en el método científico, caracterizándose en la observación y la suposición de la hipótesis. Dicha ciencia se divide en varias disciplinas, pero se destacan dos fundamentales. La primera se basa en la disciplina científico-forense que se encarga de la definición de conceptos, la segunda es químico-forense que se encarga en las etapas pre-analíticas, analíticas e interpretación de la información. La química forense ofrece varios tópicos como lo son la toxicología, la genética forense, la balística, la dactiloscopia, la antropología forense o la documentoscopia (gafística).

La ciencia forense percibe a favor de la ley, mientras que la criminalística se acoge a las leyes penales, cuando hay un crimen o un delito, se incluye los enfoques de las ciencias naturales (Física, Biología y Química) para recopilar las muestras de una escena del crimen García Ruiz, (2020) establece que el proceso científico-forense, abarca una detección de transferencia de información a otra de análisis para cuantificar a la elaboración de un informe pericial. En este sentido, define la química forense como una química analítica aplicándose a la necesidad que tiene el análisis cualitativo, cuantitativo y comparativo, para dar la visión de cómo se debe implementar la química analítica, puesto que en esta que se pueden hacer dichos análisis, que permiten analizar el patrón (vestigios) de la escena del crimen, brindando información de lo sucedido. Otorgando información valiosa de cómo poder utilizar las técnicas analíticas para dar al suceso que se acabó de efectuar.

#### 6.5.1. Técnicas analíticas

García Ruiz, (2020) manifiesta que la química forense emplea distintas técnicas analíticas para identificar con exactitud la clase o tipo de sustancia que se encuentra en la escena del crimen, comparándolas con las muestras estándar. Además indica los diferentes análisis que se emplean para legitimar en caso de un incendio, el incauto de drogas ilícitas, etc. Categoriza las técnicas analíticas según corresponda a la capacidad informativa. Estas técnicas se pueden dividir en:

- Técnicas microscópicas
- Técnicas separativas

En esta apartado, no se va detallar cada una de estas técnicas, sino, se va enfocar en las técnica espectrométrica que es de interés de este trabajo de investigación.

### 6.5.2. Espectroscopia IR

García Ruiz, (2020) denuncia argumenta que la espectroscopia infrarroja (IR) mide la absorbancia molecular, la tensión y la flexión que son producidas cuando la muestra interacción con los fotones de una fuente de radiación IR. Esta absorción de energía produce vibraciones moleculares y rotacionales conteniendo estiramientos simétricos y asimétricos, movimiento de arriba abajo o zigzagueante. Esta actividad vibracional en IR indica un cambio en su momento dipolar. Supongamos como ejemplo que la molécula de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) a nivel molecular, con sus vectores del momento dipolar debido a la estructura de sus átomos, y la nube electrónica incorporada a cada átomo, concebiremos cuando la molécula es activa en IR o no como se muestra en la figura 2. Este ejemplo ayuda a entender primero que la molécula es lineal, segundo, la molécula vibra mediante un estiramiento simétrico en los oxígenos no producirá señal en el IR, dado que el momento dipolar de la molécula (la suma de los vectores se anula). Puesto que el estiramiento es asimétrico producirá señal en el IR ya que provoca un cambio en el momento del dipolo molecular (hay suma vectorial). Esta técnica es muy útil para el análisis de muestras secas como lo son los explosivos.

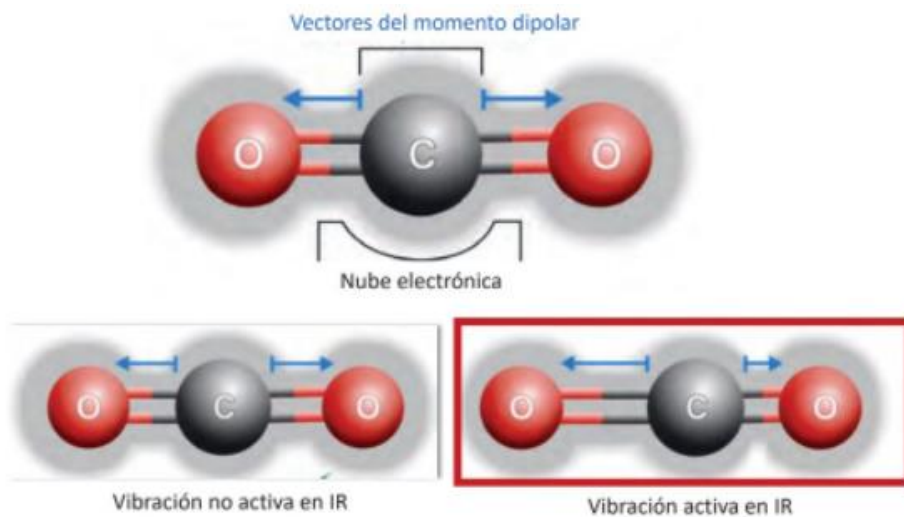


Figura 2. Vibración de estiramiento del dióxido de carbono, recuadrada en rojo lo es activa en IR. Tomado de: García Ruiz, (2020)

El espectrómetro más manejado en la ciencia forense está constituido por un interferómetro y utilizan la transformación matemática de Fourier (FT) para obtener los espectros IR (registro de la intensidad de absorbancia o transmitancia en función

de números de onda ( $cm^{-1}$ ). Estos espectrómetros se componen de losiguiente; fuente de radiación IR, interferómetro, componentes ópticos por el cual conduce la radiación IR de la fuente hasta el detector y un ordenador para el control y adquisición de datos. Cada fuente tiene un intervalo de temperaturas que se puede controlar mediante un sistema de refrigeración, puesto que este equipo maneja altas temperaturas (1000-1800°C). La luz de la fuente es dirigida hacia el interferómetro, donde viene incorporado el haz, un espejo fijo y otro móvil y un láser (Helio-Neón que emite a 632,8 nm). Este laser ayuda a calibrar la escala de numérica de onda del espectro IR, determinando la ubicación del espejo móvil, para alinear y comprobar la óptica del interferómetro; el espejo en movimiento puede moverse hacia adelante o hacia atrás con una velocidad constante, haciendo que la intensidad del haz varíe de una manera sinusoidal para producir un patrón de interferencia. La luz del interferómetro es dirigida a la muestra y finalmente es registrada por el detector. El Detector está conectado a un ordenador que accede al controlador del sistema, configurando los parámetros instrumentales que afectan el espectro IR (numero escaneos y tiempo de exposición) para tratar los datos obtenidos.

Unas de las técnicas más utilizadas para la química forense es la técnica de espectrofotometría IR, en donde se realizan análisis cuantitativos y cualitativos, el cual permite deducir los análisis de toxicidad en una persona, dando el paso para el diseño y preparación del caso criminalístico para la investigación que se desarrolló.

## **6.6. DISEÑO DEL CASO CRIMINALÍSTICO**

Se debe entender que la criminalística, estudia las evidencias materiales que se usan y se producen en delitos (Montiel, 2007) ayuda a cualquier rama del Derecho en forma oficial o particular en cualquier establecimiento gubernamental o empresa privada. La Criminalística a modo de ciencia, cuenta con objetivos determinados con elementos científicos establecidos y comprobados, también, ha conformado una metodología propia según diferentes actividades, utilizando el método científico para formular sus teorías, leyes o principios. Es una ciencia multidisciplinar que abarca conocimientos sistemáticos ordenados, verificables y falibles, por lo tanto, sintetiza los conocimientos propios de su área, como la Química, la Física y la Biología, desglosando de estos la criminalística en su campo, balística forense, documentoscopia, explosivos e incendios, técnicas forenses de laboratorio, etc. Mediante el estudio y aplicación de los conocimientos y tecnológicos de estas ciencias científicas, se han efectuado sus leyes o principios generales que se aplican de manera cuidadosa a la hora de investigar.

El método científico es método sistemático para poder comprobar o revelar fenómenos, estableciendo las conclusiones de un caso concreto. Para examinar los

escenarios del crimen se debe relacionar, los indicios de como este lo conforman, las conclusiones respecto a su forma, mecánica de producción, donde se deben aplicar los pasos científicos. Siguiendo este orden sistemático se reconoce el fenómeno que se está indagando, ampliando el conocimiento o las amplias aplicaciones en sus procesos de investigación para llegar al cierre de la investigación.



## **7. METODOLOGÍA**

El presente trabajo de grado puntualiza los parámetros bajo los cuales se realizó la selección de los elementos teóricos, la identificación de las técnicas a emplear antes, durante y después de la aplicación del caso criminalístico, siguiendo el modelo 7E. En esta línea, se expondrá como se realizó la evaluación y el pilotaje de las actividades seleccionadas de forma presencial en el aula. A continuación, se explican las herramientas metodológicas implementadas para el cumplimiento de los objetivos presentados.

### **7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo se realizó con un enfoque cuantitativo descriptivo de investigación, el cual permitió recolectar datos en un solo momento. Al respecto, Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, (2014) explican que, cuando los propósitos de examinar los individuos experimentan fenómenos en su entorno, es necesario analizar desde su punto de vista, las interpretaciones y los significados. Por lo que, se pretende conocer la relación existente entre los elementos conceptuales y metodológicos para la enseñanza de la NdCyT, implementando la relación ciencia y tecnología (CyT).

La metodología es tipo cuasi-experimental, lo que implica la combinación de elementos teóricos y experimentales. Acevedo Díaz J. (2009) expone que en la enseñanza hacia los diversos aspectos de aprendizaje, es importante aprovechar los distintos elementos de la ciencia, para una mejor comprensión por parte de los estudiantes. Por lo que, el modelo 7E se implementó a partir de estímulos teóricos.

### **7.2. PARTICIPANTES**

La aplicación de este trabajo de grado, se realizó en la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia, con estudiantes en formación docente del programa de Licenciatura en Química, en el espacio académico de Sistemas Bioquímicos, grupo II, donde se contó con un total de once estudiantes (11) estudiantes, de los cuales fueron siete mujeres y cuatro hombres, que participaron en la implementación del caso criminalístico. El pilotaje de la investigación fue aplicado con una intensidad de nueve horas y desarrollado por medio de las actividades trazadas a lo largo de la misma. (Anexo 1)

Se eligió este grupo, dado que, han consolidado pre-conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera, por ejemplo, en espacios académicos como sistemas fisicoquímicos I y II o métodos de análisis químico I y II, los cuales pertenecen al ciclo de profundización, donde consiguen manejar técnicas experimentales

### **7.3. INSTRUMENTO**

Para el desarrollo de la metodología 7E en la muestra seleccionada, se utilizaron los siguientes instrumentos:

- i) El instrumento pre-test, post-test, para la caracterización actitudinal frente a la incidencia social de la ciencia y tecnología. Este instrumento se estructuró a partir de la selección de cuatro afirmaciones pertenecientes al cuestionario COCTS formulado por Vázquez & Manassero, (1997). El cual, fue diseñado por expertos en filosofía, (específicamente en epistemología de la ciencia y la NdCyT).
- ii) El diseño del caso criminalístico, el cual se trabajó sobre un asesinato de una persona famosa, en donde utilizaba un medicamento intravenoso, que alteró su sistema hasta sufrir una sobredosis. Los estudiantes a cargo solucionaron el asesinato por medio de preguntas y la muestra a analizar en el IR.

Con el fin de evaluar los aspectos metodológicos que constituyen el ciclo de aprendizaje 7E, es posible identificar, en que parte de la secuencia de conocimiento del meta-conocimiento se desarrolla durante el aprendizaje de la naturaleza de las ciencias, desde la influencia de la ciencia y tecnología. A continuación, se explica de manera detallada los instrumentos utilizados.

#### 7.3.1. Instrumento de evaluación actitudinal Pre-test, Post-test

Este cuestionario proviene del cuestionario VOSTS adaptado por Vázquez Alonso & Manassero Mas,(2014) al idioma español, se seleccionaron los temas situados en la categoría correspondiente a aspectos de la sociología externa de la ciencia y la tecnología, ubicada en la dimensión denominada influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, incorpora como subtemas la responsabilidad social, la resolución de problemas y la contribución al pensamiento social. La deliberación de dichos subtemas seleccionados, corresponde al contexto en particular del caso forense.

En la tabla 2, se relacionan los temas y los códigos de las cuestiones seleccionadas el instrumento aplicado (Anexo 2).

Tabla 2. Cuestionarios y subtemas pre-test, post-test. Tomado y adaptado de: Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014)

<b>Subtemas</b>	<b>Cuestionario</b>
<i>Responsabilidad Social</i>	40111
<i>Resolución de Problemas</i>	40411
<i>Contribución al Pensamiento Social</i>	40711 y 30111

De acuerdo con los estándares establecidos, se agrupa una serie de opiniones relacionadas con los enunciados, las cuales al ser respondidas se clasifican en adecuadas, plausibles o ingenuas hacia el aspecto de la NdCyT.

Las perspectivas adecuadas hacen referencia a puntos de vistas apropiados o encaminados desde el aspecto de los conocimientos de la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia. Las posiciones plausibles son expresiones hacia puntos de vista aceptables. Por último, las posiciones ingenuas puntúan que se carecen de información o relacionan opiniones no plausibles (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014).

La graduación actitudinal se evaluó a través del modelo de respuesta múltiple propuesto por Vázquez Alonso & Manassero Mas, (2014), en el cual cada una de las cuestiones presenta una escala de 1-9, donde 9 corresponde a una proposición adecuada, 5 una proposición plausible y 1 una proposición inadecuada.

Las respuestas otorgadas por los estudiantes marcan puntuaciones actitudinales. Las visiones adecuadas e ingenuas presentan un valor máximo de 4 y un mínimo de -4 respectivamente; por otra parte las posturas plausibles representan valores intermedios, es decir, el máximo valor es de 2, haciendo referencia a una valoración parcial. Una vez conocida la puntuación actitudinal, se aplica a estas la conversión, al índice normalizado comprendido entre 1 y -1, el valor más positivo asemeja el grado de acuerdo máximo, determinando alternativa actitudinal, en referencia al valor más negativo, este representa el grado de desacuerdo o barrera con el carácter de la categoría, el cual puede ser considerado adecuado, plausible o ingenuo.

## 7.4. ETAPAS METODOLÓGICAS DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue llevada a cabo en tres fases, como se muestra en la figura 3.

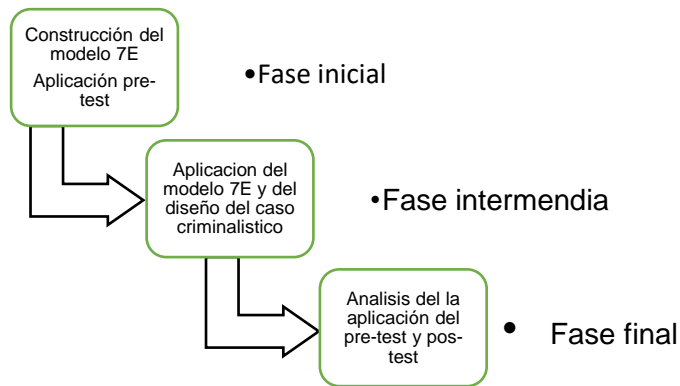


Figure 3. Fases metodológicas de la investigación. Elaboración propia

### 7.4.1. Fase inicial

Como se observó en la figura 3, la fase de inicio está compuesta por la construcción de la modelo de aprendizaje 7E y la aplicación del pre-test, como se enuncio en el numeral anterior, en el cual, se describe brevemente las características generales de dicha exploración.

Simultáneamente Vázquez & Manassero Mas, (2012) exponen que el modelo de aprendizaje está constituido por 7 fases comprendidas dentro del ciclo propuesto por Eisenkraf, (2003). Considerando el espacio académico en el que la metodología, se aplicó solo se utilizaron tres de las siete fases. Las cuales se presentarán más adelante.

Tabla 3. Fases del ciclo 7E para la estructuración de la metodología adoptado de: (Vázquez, Manassero, & Benssar, Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal. Palma de Mallorca, 2013)

<i>Fase</i>	<i>Objetivo</i>
<i>Enganchar</i>	Incentivar a los estudiantes, despertando su interés y curiosidad.
<i>Elicitar</i>	Reconocer los conceptos previos que tienen los estudiantes, diagnosticando sus necesidades para la construcción de un aprendizaje significativo.
<i>Explorar</i>	Diseñar proyectos o experimentos, resolver problemas, tomar y analizar datos, sacar conclusiones, desarrollar hipótesis, hacer predicciones, discutir temas, etc. (a través de las actividades de aprendizaje). Los estudiantes investigan el tema de estudio, para una mejor comprensión.

#### 7.4.2. Fase intermedia

La fase intermedia tiene dos componentes, la ejecución de la metodología 7E y la aplicación del caso criminalístico diseñado en donde se percibe el desarrollo de la practica experimental.

##### 7.4.2.1. Aplicación del ciclo de aprendizaje 7E

Como se mencionó anteriormente para la aplicación del modelo de aprendizaje 7E, se estimaron diferentes tiempos que resultaron en un total de nueve horas, que comprendiendo cada una de las fases.

**Enganchar:** En el aula de clase se abordaron fundamentos teóricos en espectrofotometría infrarroja IR, generalidades, características del equipo y determinación de grupos funcionales, orientados para indagar los conocimientos

previos que tienen los estudiantes en la manipulación y/o montaje del equipo. Véase *Anexo 1*.

**Elicitar:** Se reconocieron las apreciaciones y aportes por parte de los docentes en formación, que fueron consignados en el tablero, de manera tal, los estudiantes identificaron claramente los conocimientos ya adquiridos, así como los vacíos en la apropiación de estos. Para continuar, cada uno utilizó una ficha bibliográfica en la que se consigno una hipótesis, tres de las cuales se socializaron.

**Explorar:** En el aula de clase se formaron grupos de cuatro personas y cada uno tenía el informe pericial entregado por el investigador, con preguntas claves para resolver el caso. Abarcando la parte experimental de los hechos sucedidos, por medio de indagaciones y análisis el estudiante podía interpretar los resultados que fueron encontrados por los forenses.

Con base a los resultados obtenidos en la rúbrica de evaluación, para las diversas actividades que se desarrollaron en el ciclo, es pertinente precisar que no todas las actividades fueron sujetas a esta evaluación, así que, se sugiere remitirse al *Anexo 1*, en el cual se expone el desarrollo del modelo con las actividades correspondientes.

#### 7.4.2.2 Diseño del caso criminalístico

En el diseño de esta etapa, se le brindó a cada grupo la misma situación problema, a la cual dieron solución por medio de una práctica experimental, en donde se usó el equipo de espectroscopia de infrarrojo. Después, se les entregó una sustancia desconocida, esta fue trascendental para la solución de la problemática. Teniendo como objetivo la relación que han visto con la socialización teórica en el aula y los instrumentos aplicados anteriormente, dichos resultados fueron plasmados en un informe de laboratorio.

Una vez obtenidos los respectivos resultados de laboratorio se realiza la revisión y análisis plasmados de cada grupo de laboratorio, el cual, se plantean varios aspectos, como: los grupos funcionales –en donde se detectaba como estaba compuesta la molécula- y la frecuencia a la que se llegan a leer, resaltando la interacción entre la radiación electromagnética y la materia.

## **8. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir del diseño y aplicación de un caso criminalístico fundamentado en la química forense para la promoción actitudinal en el marco de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, por medio del instrumento COCTS, se logró evidenciar la progresión actitudinal del grupo de estudiantes en aspectos como: i) la sociología externa de la ciencia y ii) la tecnología y la sociedad, específicamente sobre las influencias existentes en el sistema CTS. El progreso actitudinal de los estudiantes fue determinado de forma inicial y final, evaluando el impacto del ciclo de aprendizaje 7E en la comprensión de las interacciones de la ciencia y la tecnología, en específico para divulgar actitudes adecuadas frente a la NdCyT.

Frente al primer objetivo específico, se puede evidenciar que el diseño de caso criminalístico, logró incorporar cuestiones propias del contexto de los docentes en formación, así como a partir del ciclo 7E, fue posible combinar la didáctica con la química, de manera tal se retomaron conceptos aprendidos durante la carrera con los nuevos trabajados en el marco de la metodología.

Esto se demostró cuando al terminar la actividad, se realizó una mesa redonda con los estudiantes para dialogar y discutir sobre los resultados obtenidos, allí manifestaron que el caso criminalístico tuvo un impacto significativo a la hora de exponer sus conocimientos, dado que, estos fueron puestos en práctica en el marco de una situación relacionada con la química a la vez que en su contexto.

Frente al segundo objetivo específico, por medio de la aplicación del Cuestionario COCTS, pre-test, pos-test se evidenció una progresión actitudinal a partir de la aplicación del caso criminalístico, especialmente en tópico relacionado con la tecnología y la sociedad.

### **8.1. RESULTADO Y ANALISIS DEL DISEÑO DEL CASO CRIMINALISTCO**

El diseño del caso criminalístico se realizó a partir del siguiente apartado que motivo el desarrollo del espacio:

Acontece el fallecimiento de una persona reconocida en el mundo del entretenimiento, la cual, es hallada en su habitación con decoloración en sus manos y boca. Los investigadores a cargo, recopilan información valiosa, encontrada en los hechos del crimen, llevándola así al laboratorio forense. El informe pericial expone que la víctima, utilizaba un medicamento controlado como relajante muscular, el cual es aplicada intravenosamente.

Los educandos que fueron partícipes en este trabajo de grado, hicieron uso de sus habilidades y conocimientos para resolver el crimen en un rol de investigadores. A partir del informe pericial y preguntas claves resolvieron el caso criminalístico. Con la información pericial del tipo y cantidad de medicamento suministrado, descubren que la cantidad máxima que se debe aplicar al cuerpo humano son 8mg. La muestra desconocida es llevada al laboratorio, donde es analizada en el IR, el espectro determina el rango y los picos obtenidos, observando los grupos funcionales presentes. De esta forma, los investigadores determinan que el fallecimiento fue causado por una sobre dosis y descubren la causa de este controversial suceso.

Los estudiantes con sus conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera y los explicados en la intervención demostraron una mejoría de conocimientos, más aun específicamente en la lectura de espectros de IR, llegando a evidenciarse en el informe que entregaron. (Anexo 5).

## 8.2. RESULTADOS ACTITUDINALES Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 7E

### 8.2.1. Evaluación de actitudes frente a la CyT

Para la evaluación de las actitudes Ciencia, Tecnología y Sociedad, se identificaron cuatro cuestiones del instrumento COCTS, relacionados con la sociología externa y la ciencia y la tecnología y la sociedad, los cuales fueron usados dentro del caso criminalístico. Las cuestiones seleccionadas se relacionan en la tabla 4, donde se evidencia la temática en la cual se desenvuelven.

*Tabla 4. Correlación código COCTS, temática y enunciado tomado de (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2014)*

Caracterización COCTS	Tema	Enunciado
30111	Interdependencia CTS	Representación de las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

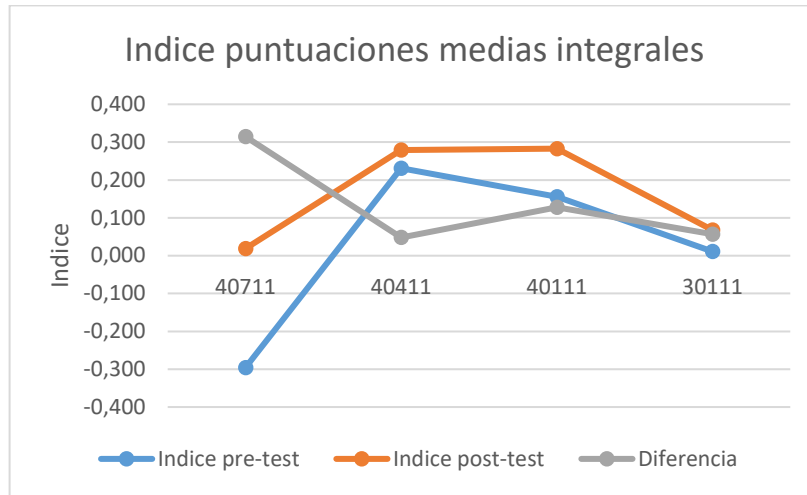


40111	Responsabilidad social	La mayoría de los científicos se preocupan de los posibles efectos posibles (tales como provechosos como perjudiciales) que pueden resultar de sus descubrimientos.
40411	Resolución de problemas	La ciencia y la tecnología son una gran ayuda para resolver problemas sociales como la pobreza, el crimen, el desempleo, la superpoblación, la contaminación, o la amenaza de una guerra nuclear
40711	Contribución al pensamiento social	La ciencia y la tecnología influyen en nuestro pensamiento diario por que nos proporcionan nuevas palabras e ideas.

Para conocer el desarrollo de las actitudes desde los datos obtenidos en la aplicación pre-test y pos-test, se tomó la métrica de evaluación propuesta por Manassero Mas & Vázquez Alonso, (2002), a partir del cálculo del índice global es posible afirmar la promoción de las actitudes de forma global, mostrando una comprensión de las diversas temáticas relacionadas con la NdCyT. No obstante, este índice no permite evidenciar claramente como las actitudes adecuadas o plausibles fueron promovidas.

### **Estudio de las puntuaciones medias integrales**

Con base en la tabla anterior es posible evidenciar el índice global de cada cuestión, encontrando las diferencias entre el pre-test y post-test en la promoción de las actitudes (adecuadas, plausibles e ingenuas), como se identifica en la gráfica 1.



Grafica 1. Índice global ponderado. Elaboración propia

### Cuestión 30111

Esta cuestión permite observar desigualdades relacionadas que pueden establecerse entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, donde los gráficos representan relaciones ingenuas, adecuadas y plausibles, el grado de información es positiva entre la aplicación del pre-test y post-test semejante a 0,057, donde los estudiantes reconocen las relaciones ciencia, tecnología y sociedad su interrelación bidireccional, identificando la influencia equitativa que ocurre entre los elementos del sistema.

### Cuestión 40711

Esta cuestión atribuye la influencia de la educación científica en la sociedad desde el aporte del conocimiento científico y tecnológico en la cotidianidad, se fundamenta en la categoría evaluativa de la metodología 7E, aproximación de la utilidad y construcción social del conocimiento científico. El avance actitudinal en el desarrollo de la información de las actitudes de tipo ingenuo, se evidencia un escalamiento a plausible que dan razón en generar habilidades de un pensamiento de orden superior como el desarrollo de un pensamiento crítico, este reconocimiento indica

que los estudiantes reflexionan en su proceso meta cognitivo acerca del tipo de habilidades que deberían tener para afrontar problemáticas.

Con respecto a esta cuestión se evidencia una diferencia 0,314, indicando que el índice global es positivo, donde se resaltan en las respuestas, las visiones informadas sobre la utilidad social del conocimiento científico. Luego de la aplicación del caso criminalístico, los profesores en formación puntuaron un aumento en las actitudes ingenuas a adecuadas.

### **Cuestión 40111**

Esta cuestión se relaciona con la preocupación que tienen los científicos sobre el control de los efectos de sus descubrimientos, las afirmaciones de los estudiantes presentan una diferencia positiva, de modo que además de exhibir dicha preocupación, reconocen que pueden ejercer el control sobre los efectos que deriven de sus productos evidenciados en el caso criminalístico.

El tópico 40111, agrupa parte fundamental de la responsabilidad social del conocimiento científico y tecnológico en el ciclo de aprendizaje 7E, en la progresión global se evidencia un aumento en dicha cuestión, la cual, al tener una diferencia de 0,128 entre la aplicación del pre-test y post-test (0,231 a 0,279) permitió reconocer que los profesores en formación, muestran gran preocupación en los efectos que puedan derivarse de sus hallazgos, identificándose la responsabilidad social de estos en la transmisión del conocimiento.

Lo anterior se sustenta en las respuestas obtenidas en el cuestionario pre-test post-test de los estudiantes al implementar el caso, en donde se evidencia un reconocimiento de los impactos en la sociedad de los descubrimientos científicos en todas las afirmaciones.

### **Cuestión 40411**

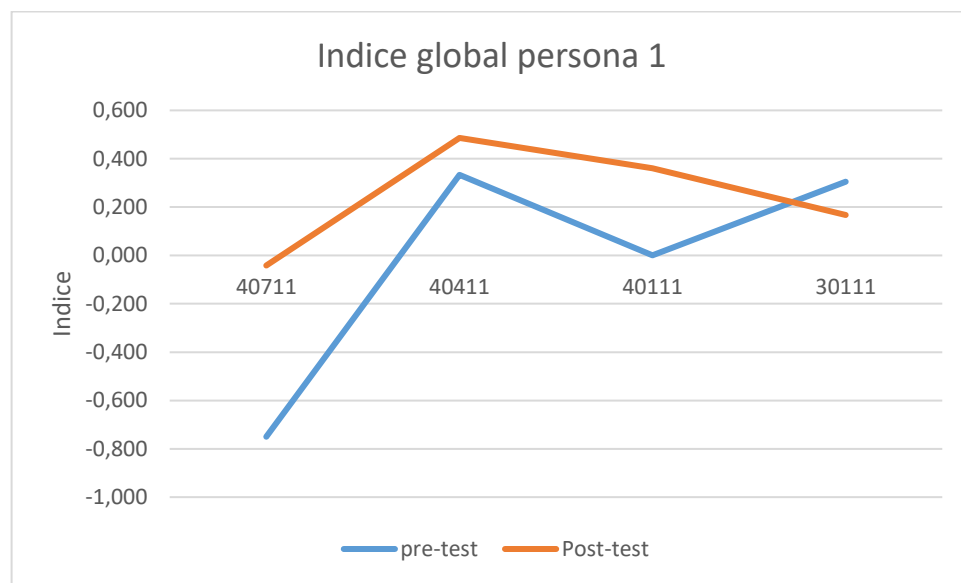
Este tema se denomina acceso y desarrollo de productos de ciencia y tecnología, la aplicación y adaptación de las visiones sobre la capacidad de solucionar problemas sociales, es positivo, lo cual son orientadas las reflexiones durante las sesiones presenciales, brindando un ambiente significativo para los estudiantes, confirmando que los estudiantes realizaron durante los espacios de discusión la evidencia de información de la ciencia y la tecnología para solucionar los problemas de tipo social, reconociendo su capacidad para resolver asuntos de su interés.

De igual forma, en el índice global total, se evidencia una diferencia de 0,048, el cual, muestra la capacidad de evaluar la ciencia y la tecnología para resolver variedad de problemas sociales. Las respuestas de los profesores en formación, muestran su habilidad para la resolución de problemas relacionados con la ciencia.

### 8.2.2. Cambios actitudinales significativos.

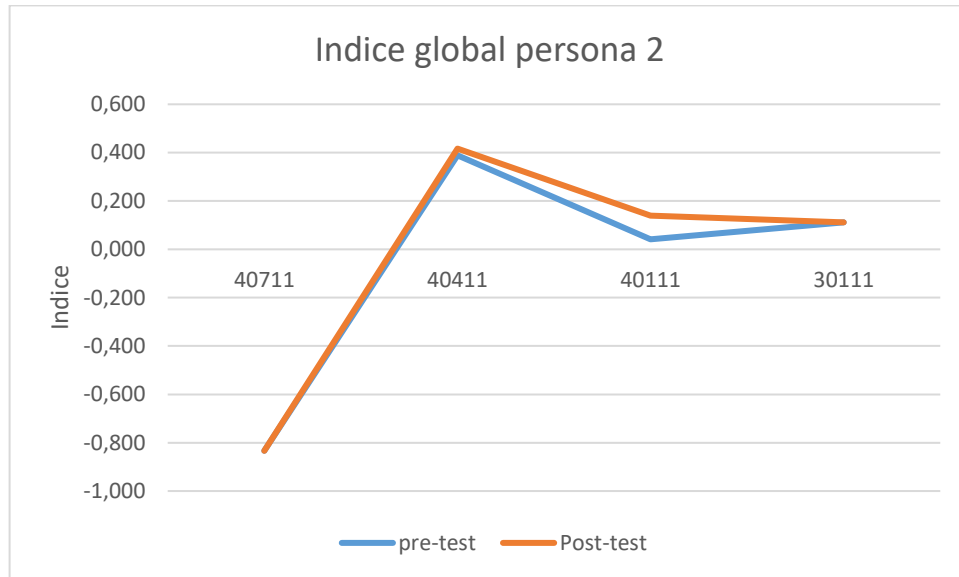
Dentro de los profesores en formación participantes del ciclo de aprendizaje 7E, se resaltan tres, uno de ellos que presenta un aumento significativo en las actitudes luego de la aplicación del caso criminalístico, uno que se mantiene y un último que presenta poco avance en la promoción de las actitudes.

La persona 1, muestra un avance significativo en el cuestionario COCTS pre-test, post-test, ya que aumento, en los tópicos 40711, 40411 y 40111, relacionados con la resolución de problemas, la responsabilidad en los impactos sociales de los hallazgos y la aplicación de la CyT en la sociedad. Sin embargo, en la cuestión 30111 se refleja una disminución, puesto que se evidencia poca relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. (gráfica 2)



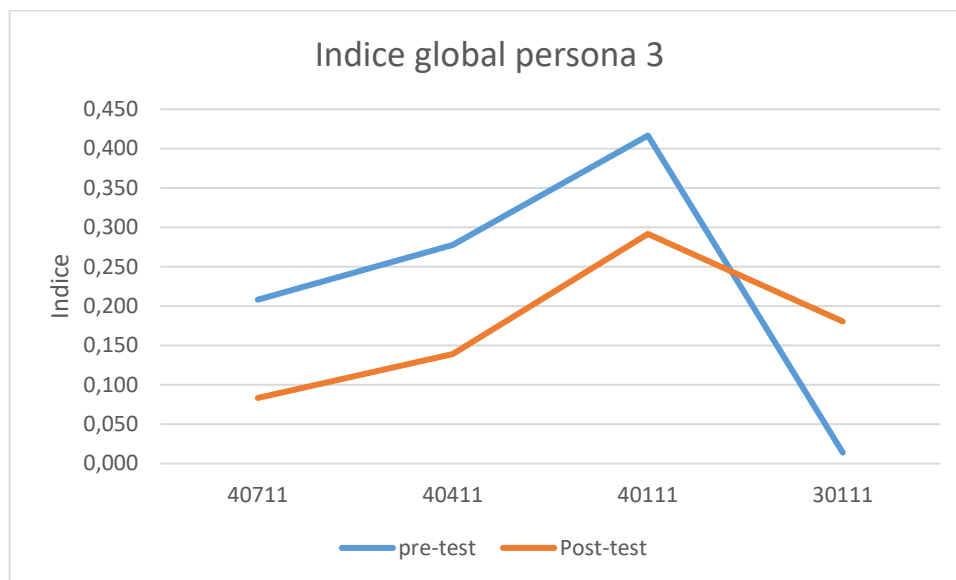
Grafica 2. Avance positivo actitudinal de la persona 1. Elaboración propia

Los resultados de la persona dos, demuestra que no hubo un cambio significativo a partir de la aplicación del caso criminalístico, puesto que las cuestiones 40711 y 30111, se mantiene igual. En el ítem 40411, se refleja un cambio positivo en la actitud plausible, mostrando así, que se mantiene imparcial. Por último, en el cuestionario 40111, se refleja un retroceso que demuestra baja responsabilidad social en los conocimientos científicos. (gráfica 3).



*Grafica 3. Estabilidad actitudinal de la persona 3. Elaboración propia*

La persona 3, refleja en sus resultados baja promoción de las actitudes, como consecuencia de la aplicación del caso criminalístico. Se observa que en las cuestiones 40711,40411 y 40111, no hay un aumento, en las afirmaciones relacionadas con la resolución de problemas, la responsabilidad social frente a los conocimientos científicos y la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad. En cambio, en la cuestión 30111, muestra un cambio positivo frente a la relación entre la ciencia, tecnología y sociedad.



Grafica 4. Índice global actitudinal, desmejoramiento de la persona 4. Elaboración propia

Estos resultados evidencian que el caso criminalístico en el marco de la metodología ciclo de aprendizaje 7E, impactaron en la promoción actitudinal para el enfoque de la CTS, mostrando así la responsabilidad social que tiene los docentes en formación frente a los conocimientos científicos y tecnológicos puestos en contexto. Lo que contrasta con lo encontrado en los antecedentes de esta investigación, pues se confirma la importancia de colocar los conocimientos de acuerdo a las problemáticas y los intereses de los estudiantes.

### 8.2.3. Análisis del Espectro del grupo funcional.

A partir de la explicación de la lectura de los espectros, los licenciados en formación en química, se reunieron en grupos de 4 personas y entregaron un informe final, en donde se realizaba un concepto que resolvió, de acuerdo a su criterio el caso criminalístico, en estos, se evidencia que los estudiantes lograron en su totalidad identificar, los grupos funcionales –en donde se detectaba como estaba compuesta la molécula- y la frecuencia a la que se llegan a leer, resaltando la interacción entre la radiación electromagnética y la materia (Ver anexo 5).

## 9. CONCLUSIONES

La estructuración del ciclo de aprendizaje 7E y la incorporación de temas químicos con incidencia social, como lo es el diseño del caso criminalístico, determinó un impacto favorable en el desarrollo actitudinal de los estudiantes que participaron en esta investigación, al comenzar a desarrollar actitudes adecuadas y plausibles en relación entre la ciencia, tecnología y sociedad, se fomenta la motivación y participación social ante problemas sociales desde una perspectiva reflexiva y activa, en la cual los estudiantes se situaron como funcionarios en acciones sociales para la producción de ideas interdisciplinarias permeadas en aspectos científicos y tecnológicos.

Los participantes de la intervención, se caracterizaron por reflejar perfiles actitudinales diversos, en donde fueron observadas distintas visiones sobre la NdCyT y sus relaciones internas. Dado que, el instrumento COCTS evidenció que las frases de tipo plausible poseían mínimos grados de desacuerdo y grados de acuerdo bajos, conjuntamente de ello algunas de las afirmaciones ingenuas presentan tanto altos como bajos grados de desacuerdo (ver Anexo 4); por otra parte, las expresiones de tipo adecuado conservaban índices medios identificando cierto grado de información frente a temáticas de la NdCyT y la formación recibida en el aula.

El componente conceptual (Diseño de un caso criminalístico) mostró el progreso en las actividades relacionadas como el laboratorio que facilitaron la comprensión de los conocimientos científicos como herramientas y técnicas hacia la solución de problemas de forma articulada a los componentes didácticos, que encaminaron la adquisición de actitudes adecuadas frente a la NdCyT y la organización de visiones más informadas acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Se aseguró de esta manera que los estudiantes comprendieran la lectura de espectros en el IR e identificaran los grupos funcionales, los cuales se llevaron a cabo en las técnicas. De tal manera, la explicación dada de los conceptos y la práctica experimental fueron integrados, configurándose en un mecanismo de aprendizaje para la solución de los problemas expuestos, teniendo un resultado productivo en la adaptación realizada al ciclo de las 7E.

## **10.RECOMENDACIONES**

Para futuras intervenciones que pretendan abarcar temáticas como la evaluación de las actitudes y la metodología ciclo de aprendizaje 7E bajo el enfoque CTS, es recomendable que la muestra se pueda analizar en otros equipos especializados en la química analítica, ya que pueden proporcionar una precisión en la detección del principio activo



## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Díaz, J. (2009). NFOQUES EXPLÍCITOS VERSUS IMPLÍCITOS EN LA ENSEÑANZA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 355-386.
- Acevedo Díaz, J. A. (2008). L ESTADO ACTUAL DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 134-169.
- Bannásero, A., Vázquez, Á., Manassero, M. A., & Garcia-Carmona, A. (2010). Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la aturaleza de la ciencia y la tecnología. *Documentos de trabajo*.
- Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T., & Villa Gomez, M. S. (2009). La motivación y el aprendizaje. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 20-32.
- Cobo Huesa, C., Abril, A. M., & Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3801-3817.
- Cuellar Fernández, L., & Marzábal Blancafort, A. (2020). Visiones de estudiantes de secundaria sobre Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3101-3119.
- Eisenkraf, A. (2003). The Science Teache. *Expanding the 5E model*, 56-59. Obtenido de The Science Teacher.
- Fernandez Palop, M., Caballero García, P., & Fernández Bravo, J. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico. *Madrid: Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*.
- García Ruiz, C. (2020). Introduccion a la Química Forense. En *Introduccion a la Química Forense*. Barcelo: JM Bosch Editor.
- Garritz, A. (2006). aturaleza de la Ciencia e Indagación: Cuestiones Fundamentales para la educación Científica del Ciudadano. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*, 127-152.
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la Ciencia e Indagación: Cuestiones Fundamentales para la educación Científica del Ciudadano. *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN*, 127-152.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. En R. Hernández Sampieri, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México D.F.: Mc Graw Hill Education.
- Josephsen, J., & Kristensen, A. K. (2006). Simulation of laboratory assignments to support. *The Royal Society of Chemistry*, 266-279.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 331-359.
- Manassero Mas, M. A., & Vázquez Alonso, Á. (2002). INSTRUMENTOS Y MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS ACTITUDES RELACIONADAS CON LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 15-27.
- Membiola, P. (2001). Una Revision del Movimiento CTS en la Enseñanza de las Ciências. *Enseñanza de Las Ciencias Desde La Perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade: Formación Científica Para La Ciudadania*, 91-103.
- Montiel, J. (2007). *e-uaem*. Obtenido de e-uaem: [http://euaem1.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2714/477\\_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://euaem1.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2714/477_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Nuñez Rodríguez, J. A. (02 de Febrero de 2022). *SCIÉNDO*. Obtenido de *SCIÉNDO*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17268/sciendo.2022.003>
- Pelcastre Villafuerte, L., Gómez Serrato, A. R., & Zavala, G. (2015). Actitudes hacia la ciencia de estudiantes de educación preuniversitaria del centro de México. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 475-490.
- Perez, S., & Menses Villagrà, J. Á. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2101-2118.
- Romero Ariza, M., & Vázquez Alonso, Á. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la Naturaleza de la Ciencia en Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 85-99.
- Romero Ariza, M., & Vázquez Alonso, A. (2013). Investigando dragones: una propuesta para construir una visión adecuada de la naturaleza de la ciencia en Educación Secundaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 85-99.

- Solomon, J. (1989). Fensham, P. Chapter 13 The Dilemma of Science. *Tecnology and Society Education. Journal of Education and Teaching. Development and dilemmas in science education*, Vol. 15.
- Vázquez Alonso, Á., Manassero Mas, M. A., Acevedo Díaz, J. A., & Acevedo Romero, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia:. Monografía "ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: PERSPECTIVAS IBEROAMERICANAS". *Revista Eureka*, 18-55.
- Vázquez , A., & Manassero, M. A. (1997). Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes. *Memoria de Investigación*.
- Vázquez Alonso, A., & Manassero Mas, M. (2014). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. España.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2011). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2-31.
- Vázquez Alonso, Á., Acevedo Díaz, J., & Manassero Mas, M. (2001). El Movimiento CienciaTecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *OEI (Avaluació Dels Temes de Ciència, Tecnologia I Societat )*.
- Vázquez Alonso, Á., Manassero Mas, M. A., Acevedo Díaz, J. A., & Acevedo Romero, P. (07 de Marzo de 2014). *ResearchGate*. . Obtenido de ResearchGate. : <https://www.researchgate.net/publication/242716314>
- Vázquez, A. A., & Manassero Mas, M. A. (2012). Actitudes relacionadas con la ciencia : una revisión conceptual. *Enseñanza de Las Ciencia*, 337-346.
- Vázquez, A., Manassero, M., & Benssar, A. (2013). Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal. Palma de Mallorca.

## 12. ANEXO

### Anexo 1. Metodología 7E: Espectroscopia infrarroja para inexpertos

---

#### ESPECTROSCOPIA INFRARROJA PARA INEXPERTOS

---

##### Descripción

- La espectroscopia infrarroja es un método de análisis químico para la observación de espectros vibracionales, lo cual permite evidenciar la composición química de una sustancia considerando esta como una huella digital. A partir de la SEA los estudiantes pueden comprender y tomar decisiones en la situación que se está poniendo a prueba.

---

##### Competencias básicas

- Expone preguntas sobre un aprendizaje en relación a las aplicaciones de las teorías científicas.
- Aprecia la información dada, brindando el valor que corresponda para su conocimiento.
- Reconoce la relación las causas y multicausales a partir de los datos, asimismo establece conexiones entre la información recolectada.
- Comunica con sus compañeras y compañeros, indaga desde otro punto de vista, varía lo que piensa brindando un argumento sólido.
- Investiga y muestra disposición, escuchando de manera activa a sus compañeros y compañeras respetando su opinión.
- Contempla las contribuciones de los diferentes científicos.

---

##### Objetivos

- Reconocer los grupos funcionales identificando sus diferentes regiones según el espectro.
- Identificar las propiedades físicas y químicas presentes en la muestra. Contrasta la masa, peso y cantidad de sustancia.
- Apropia una postura crítica frente a los diferentes usos del equipo IR.

---

##### Requisitos

- Manejo de actitudes y habilidades, dentro del aula de clase y en el laboratorio.
- Propiedades físicas y químicas - compuestos orgánicos.

Sesión/Tiempo	Objetivo	Actividad	Metodología	Recursos
30 min	Identificar actitudes por medio del cuestionario COCTS (pre-test)	Prueba inicial	A los estudiantes participantes se les entrega un cuestionario el cual se compone de 4 sub-cuestionarios, para identificar sus actitudes previas	Guía
2 horas	Reconoce conceptos	Explicación	Por medio de una presentación, se les exhibe a los estudiantes las funcionalidades, aplicaciones, montaje y preparación de la muestra en el equipo del IR. Consiguientemente se muestra en que en tiempo y longitud se pueden apreciar los grupos funcionales en el espectro. Enseguida se alude la forma matemática y las formulas generales para la determinación del índice.	Televisor y tablero
30min	Identifica las propiedades de los espectros	Ejercicio	El docente prepara una secuencia de ejercicios, el cual consta de 5 ejercicios, en donde el estudiante muestra sus	Presentación y guía

			habilidades en la resolución de estos mismos, a partir de la explicación previa.	
2 horas y 30 min	Identificar propiedad es físicas y químicas de una muestra problema.  Vincula los contenidos con los resultados obtenidos con la prueba experimental	Práctica de laboratorio	El docente realiza una intervención, en donde explica y aclara dudas que han surgido de la temática frente a las sesiones anteriores. Se procede hacer la práctica de laboratorio por grupos de trabajo, los estudiantes forman grupos de 4 personas, intentando resolver el caso criminalístico. Entre la guía que se les entrega a los estudiantes hay un cuestionario de 4 preguntas, el cual, consiste en que el estudiante relacione los resultados obtenidos con las diferentes situaciones planteadas.	Material y equipo de laboratorio  Muestra problema  Guía
45 min	Recopilar información de lo aprendido y visto, los estudiantes expresan	Mesa redonda	Cada uno de los estudiantes, demuestra sus conocimientos aprendidos. Resalta en como lo podría aplicar en su diaria vivir, que falencias	Guía

sus inquietudes.

tiene y como podría mejorar estas mismas. Se alude el laboratorio hecho, se expresa las inquietudes y dudas de la muestra analizar, el funcionamiento de la muestra, sus funciones y su uso en el entorno social.

30min	Identificar actitudes por medio del cuestionario COCTS (post-test)	Prueba final	Se le entrega a cada uno de los estudiantes un cuestionario con 4 ítems de este mismo, el cual permite identificar los conceptos adquiridos por los estudiantes.	Guía
-------	--	--------------	--	------

#### Nivel alcanzado en las actividades

Escala	Nivel	Descripción
No se 0.0-2.0	Inadecuado	No comprende la actividad, dado que, los aspectos a evaluar en la actividad no se ven explícitos, no se relacionan con la temática.
No se 2.1 -3.0	Bajo	Evidencia, poco reconocimiento a la temática, relaciona uno o dos conceptos con la temática, pero no da respuesta al problema que se plantea.
No se 3.1 -4.0	Satisfactorio	Reconoce algunos aspectos relacionados con la temática, da respuesta algunos conceptos, los problemas que se plantean intenta profundizar en el tema.

No se 4.1 – 5.0	Excelente	Reconoce todos los aspectos, relaciona con la temática, da respuesta y solución a los problemas que se plantean ,profundiza y analiza los factores externos, implicaciones y ventajas del tema.
--------------------	-----------	---

### Rubrica detallada de los aspectos por cada actividad

Aspectos a evaluar	Nivel				Puntaje
	Excelente 5	Satisfactorio 4	Bajo 3	Inadecuado 2	
Composición química	Reconoce los espectros, los grupos funcionales y su longitud de onda.	Reconoce entre 3 a 4 conceptos en los espectros, los grupos funcionales y su longitud de onda.	Reconoce algunos aspectos de los espectros, los grupos funcionales y su longitud de onda.	No reconoce los espectros, los grupos funcionales y su longitud de onda.	
La espectroscopia como una herramienta de análisis.	Identifica los diferentes grupos funcionalidades, y su elucidación estructural en los compuestos orgánicos.	Identifica algunos grupos funcionalidades, y su elucidación estructural en los compuestos orgánicos.	Identifica distintos grupos funcionalidades, y su elucidación estructural en los compuestos orgánicos.	No identifica los diferentes grupos funcionalidades, y su elucidación estructural en los compuestos orgánicos.	
	Reconoce el equipo, sus características, sus aplicaciones	Reconoce parte del equipo, sus características, sus	Reconoce algunos aspectos del equipo,	No reconoce el equipo, sus	



	y los cuidados a la hora de hacer un montaje	aplicaciones y los cuidados a la hora de hacer un montaje	sus características, sus aplicaciones y los cuidados a la hora de hacer un montaje	características, sus aplicaciones y los cuidados a la hora de hacer un montaje
Propiedades físicas	Identifica 4 o más propiedades	Identifica 2 o 3 propiedades	Identifica 1 propiedad	No identifica ninguna propiedad
Propiedades químicas	Reconoce los grupos funcionales, a partir del espectro obtenido.	Reconoce la variedad de los grupos funcionales, a partir del espectro obtenido.	Reconoce plausiblemente los grupos funcionales, a partir del espectro obtenido.	No reconoce los grupos funcionales, a partir del espectro obtenido.
Aplicaciones y Usos	Explora los usos, aplicaciones e implicaciones que tiene la muestra a analizar.	Explora algunos usos, aplicaciones e implicaciones que tiene la muestra a analizar.	Explora 2 o menos de los aspectos, aplicaciones e implicaciones que tiene la muestra a analizar.	No explora los usos, aplicaciones e implicaciones que tiene la muestra a analizar.
Elementos asociados	Investiga los elementos asociados en los cuales se involucra como lo	Investiga ciertos elementos asociados en los cuales se	Investiga 1 elemento asociados en los cuales se involucra	No investiga los elementos asociados en los

---

puede  
asociar con  
su entorno.

involucra  
como lo  
puede  
asociar con  
su entorno.

como lo  
puede  
asociar con  
su entorno.

cuales se  
involucra  
como lo  
puede  
asociar con  
su entorno.

---

**TOTAL**

---

**Nivel**

---

**Observaciones**

---

## Anexo 2.

**Universidad Pedagógica Nacional  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Programa Licenciatura en Química**

### **Instrumento de evaluación modelo de aprendizaje 7E Ciclo de aprendizaje 7E un caso criminalístico**

Daniel Alejandro Muñoz Cabra<sup>1</sup>  
MsC. Diego Alexander Blanco Martínez<sup>2</sup>

Apreciados docentes en formación, la siguiente actividad servirá como contribución al desarrollo del trabajo de grado DISEÑO DE UN CASO CRIMINALÍSTICO PARA LA PROMOCIÓN DE ACTITUDES ADECUADAS DE PROFESORES EN FORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL, el cual se realiza para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. En este sentido, teniendo en cuenta su rol es importante para esta investigación conocer algunos aspectos de su trayectoria académica, tanto personal como profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias.

Tenga en cuenta que la información aquí suministrada será consignada en una base de datos, por lo que, los participantes tendrán nombres ficticios.

Agradecemos su disposición y tiempo en este proceso.

#### DATOS

Nombre y Apellidos	
Título de pregrado	
Programa en el labora actualmente	
Institución educativa y/o universidad	
Email	

---

<sup>1</sup> Estudiante para optar el título de Lic. Química

<sup>2</sup> Director de trabajo de grado

Experiencia docente:

Años de experiencia profesional	
Años de experiencia como docente	
Años de otro tipo de trabajo	

El siguiente trabajo, servirá como instrumento de investigación y tiene como objetivo evaluar los aspectos metodológicos que contribuyan a “Un caso criminalístico”. Donde el estudiante interactuara en la asociación entre la ciencia, la tecnología y su influencia social. Para este estudio se realizaron modificaciones apreciables, con el fin de adaptar el instrumento para la presente investigación.

### Instrumento Pre-test, Pos-test

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Cód.:** \_\_\_\_\_  
**Fecha:** \_\_\_\_\_

El siguiente instrumento tiene como objetivo conocer las actitudes que poseen los estudiantes con relación a las diversas interacciones que despliega la ciencia, la tecnología y la sociedad desde el enfoque de la influencia de la ciencia y la tecnología.

Este instrumento está compuesto por 6 razones, cada uno propone una cuestión a la cual se asocian varias opiniones que se identifican con letras mayúsculas, estas no indican ninguna respuesta, para dar respuesta a cada proposición se le asignara un número donde 9 significa que este acuerdo con la proposición y 1 significa totalmente desacuerdo con la proposición. En dado caso de no estar acuerdo con las proposiciones valorarlas con las afirmaciones puede manejar las letras E o S en donde:

E: No entiendo la frase

S: No sé lo suficiente para valorar la frase

**30111.** ¿Cuál de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y éstas más que las punteadas; la ausencia de flecha, indica falta de relación)

Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.		Grado de acuerdo									S/E	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A	Ciencia → Tecnología → Sociedad											
B	Tecnología → Ciencia → Sociedad											
C												
D												
E												
F												
G												



40411. La ciencia y la tecnología son una gran ayuda para resolver problemas sociales como la pobreza, el crimen, el desempleo, la superpoblación, la contaminación o la amenaza de una guerra nuclear.											
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la posición expuesta en la frase y su propia opinión sobre el tema.		Grado de acuerdo									S/E
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	La ciencia y la tecnología ciertamente pueden ayudar a resolver esos problemas. Se podrían usar nuevas ideas de la ciencia y nuevos inventos de la tecnología.										
B	La ciencia y la tecnología pueden ayudar a resolver algunos problemas sociales, pero no otros.										
C	La ciencia y la tecnología resuelven muchos problemas sociales, pero la ciencia y la tecnología causan muchos de esos problemas.										
D	No es una cuestión de que la ciencia y la tecnología ayuden, sino más bien de cómo usarlas sabiamente.										
E	Es difícil ver cómo la ciencia y la tecnología pueden ayudar mucho a resolver esos problemas sociales. Los problemas sociales conciernen a una naturaleza humana; esos problemas no tienen nada que ver con la ciencia y la tecnología.										
F	La ciencia y la tecnología lo único que hacen es empeorar los problemas sociales. Son el precio que pagamos por los avances en ciencia y tecnología.										
G	Depende del tipo de problemas que se trate, en unos casos podrá resolverlos y en otros no.										

40711. La ciencia y la tecnología influyen en nuestro pensamiento diario por que nos proporcionan nuevas palabras e ideas.											
Para cada frase marque el número de la escala que represente el mejor grado de acuerdo entre la		Grado de acuerdo									S/E
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Sí, porque cuanto más ciencia y tecnología se aprende, más crece el vocabulario, y por tanto, más información se puede aplicar a los problemas diarios.										
B	Sí, porque usamos los productos de la ciencia y la tecnología (por ejemplo, ordenadores, microondas, cuidado de la salud). Los nuevos productos añaden nuevas palabras a nuestro vocabulario y cambian nuestra forma de pensar sobre los asuntos diarios.										
C	La ciencia y la tecnología influyen sobre nuestro pensamiento, PERO la influencia es principalmente aportando nuevas ideas, inventos, técnicas que amplían nuestro pensamiento.										
La ciencia y la tecnología son las influencias más poderosas en nuestra vida diaria, pero no a causa de palabras e ideas.											
D	Casi todo lo que hacemos y todo lo que nos rodea ha sido de alguna manera inventado por la ciencia y la tecnología.										
E	La ciencia y la tecnología han cambiado el estilo de vida.										
F	Nuestro pensamiento diario es influido principalmente por otras cosas. La ciencia y la tecnología solo influyen sobre unas pocas ideas.										



## **Anexo 3**

### **INSTRUMENTO**

La estrategia de este trabajo es poder implementar un caso criminalístico donde los estudiantes tomen el rol de ser unos investigadores forenses, con visto en esto se desea implementar en diferentes espacios académicos:

#### **1. Observación**

Se aplicará el cuestionario COCTS, en el cual se desea evaluar las actitudes de los estudiantes que han adquirido a lo largo de su carrera, reconociendo la tecnología, como una actividad íntegra y equilibrada con la ciencia, estos mismos se pueden llegar a desenvolver en una situación problema. Las actitudes pueden ser tendencias en mecanismos cognitivos, conductuales, pero resalta más la parte emotiva, positiva y negativa, hacia un categórico en objeto de la actitud. Manassero Mas & Vázquez Alonso, (2002).

### **TRABAJO DE GRADO, DISEÑO DEL CASO CRIMINALÍSTICO**

El siguiente apartado se describe el trabajo de grado titulado “*Diseño de un caso criminalístico para la promoción de actitudes adecuada de profesores en formación de la Universidad Pedagógica Nacional*”, se abordó un instrumento que relacione la obtención de datos con relación al tema de investigación.

El objetivo de este trabajo es “*Evaluar los elementos conceptuales y metodológicos de la química forense a incorporar en un estudio caso criminalístico para la promoción de actitudes adecuadas en el marco de la NdCyT...*”

#### **Situación problema**

En laboratorio forense de la ciudad de Bogotá D.C. se encuentra un selecto grupo de químicos forenses, el cual, en el laboratorio de criminalística; la policía ha llevado un cuerpo de un hombre, se cree que es de un alguien importante para la industria de la Tv, es edad mediana, entre los 35 a 40 años, no presenta síntomas de violencia, pero presenta una decoloración en su piel, no se cree que haya sido por muerte natural. Sus familiares y allegados reclaman porque se les entreguen lo más antes posible el cuerpo, los medios de comunicación presionan por la identificación del cuerpo.

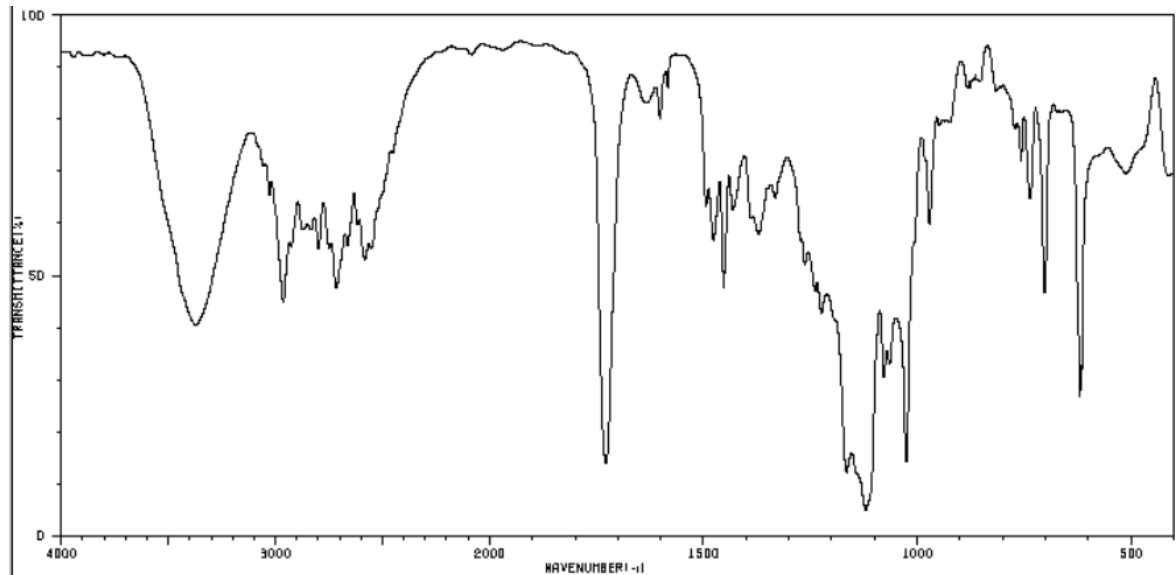
Pasado un tiempo desde que llevo el cuerpo al laboratorio de criminología, los analistas que hicieron el peritaje donde sucedió el hecho, recolectan una muestra desconocida, lo cual coincide en su aspecto físico encontrado por el médico forense, encontrada en la boca y

estomago de la persona. Se está esperando la evaluación médica del paciente para saber si tomaba algún medicamento.

Usted como analista del laboratorio forense, debe realizar el análisis en el infrarrojo transformador de Fourier (FTIR) para divisar el grupo funcional, compuesta por la muestra problema, dando así en su informe la causa la muerte.

1. ¿Cuáles son los grupos funcionales que se observa a partir del espectro?
2. ¿Reconoce que la muestra hallada genero dicho suceso? Si, su respuesta fue correcta describa porque
3. Con el informe forense, ¿puede deducir si el sujeto padecía alguna enfermedad?
4. ¿Se puede deducir que la persona murió por alguna causa?

### Grafica de Sulfato de Antropina teórica



## Anexo 4

### RESULTADOS DEL INSTRUMENTOS COCTS COMPARACIÓN PRE-TEST Y POST-TEST

#### Resultado índice ponderado

Cuestionario	Indice pre-test	Indice post-test	Diferencia
40711	-0,295	0,019	0,314
40411	0,231	0,279	0,048
40111	0,155	0,283	0,128
30111	0,011	0,068	0,057

#### Resultado por índices actitudinales por estudiantes pre-test

Cuestionario 40711				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	-1	-0,25	-1	-0,750
2	-1	-0,125	-0,75	-0,625
3	-0,25	-0,25	0	-0,167
4	0,5	0,625	-0,5	0,208
5	0,5	-0,25	-0,25	0,000
6	0,75	-0,5	-1	-0,250
7	0,25	0,5	-1	-0,083
8	0,5	0,25	-0,25	0,167
9	-1	-0,375	-1	-0,792
10	-1	-0,75	-0,75	-0,833
11	0,25	-0,125	-0,5	-0,125
			Promedio	-0,295

Cuestionario 40411				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	0,625	-0,5	0,875	0,333
2	0,375	0,16666667	0,5	0,347
3	0,375	-0,33333333	0,75	0,264
4	0,5	-0,16666667	0,5	0,278
5	-0,5	-0,33333333	0,25	-0,194
6	0,875	-0,5	0,25	0,208
7	-0,125	0,33333333	0,75	0,319
8	-0,125	0	0,5	0,125
9	1	-0,16666667	0,25	0,361
10	0,875	-0,33333333	0,625	0,389
11	0,375	0,33333333	-0,375	0,111
			Promedio	0,231

Cuestionario 30111				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	0,75	-0,33333333	0,5	0,306
2	0,5	-0,5	-0,25	-0,083
3	0,125	0,16666667	0,125	0,139
4	0,125	0,16666667	-0,25	0,014
5	0,625	-1	-0,125	-0,167
6	0,875	-1	0,25	0,042
7	0,375	0	-0,625	-0,083
8	0,5	-0,83333333	-0,125	-0,153
9	0,25	-0,16666667	0,75	0,278
10	0,625	-0,66666667	0,375	0,111
11	0,375	-0,83333333	-0,375	-0,278
			Promedio	0,011

### Resultado por índices actitudinales por estudiantes post-test

Cuestionario 40711				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	1	-0,125	-1	-0,042
2	0,75	0	0,25	0,333
3	0,25	0	-0,5	-0,083
4	1	-0,25	-0,5	0,083
5	0,25	0	-0,25	0,000
6	0	0	0	0,000
7	0,5	0,25	-0,5	0,083
8	0,25	0,25	-0,5	0,000
9	1	-1	-1	-0,333
10	1	-0,25	-1	-0,083
11	1	0,25	-0,5	0,250
			Promedio	0,019

Cuestionario 40411				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	0,75	-0,16666667	0,875	0,486
2	0	0,5	0,625	0,375
3	0,5	-0,33333333	0,5	0,222
4	0,375	0,16666667	-0,125	0,139
5	0,5	0,16666667	0,5	0,389
6	0	0	0	0,000
7	-0,125	-0,16666667	0,25	-0,014
8	0	0,83333333	0,5	0,444
9	1	-0,83333333	1	0,389
10	0,75	0	0,5	0,417
11	0,75	-0,33333333	0,25	0,222
			Promedio	0,279

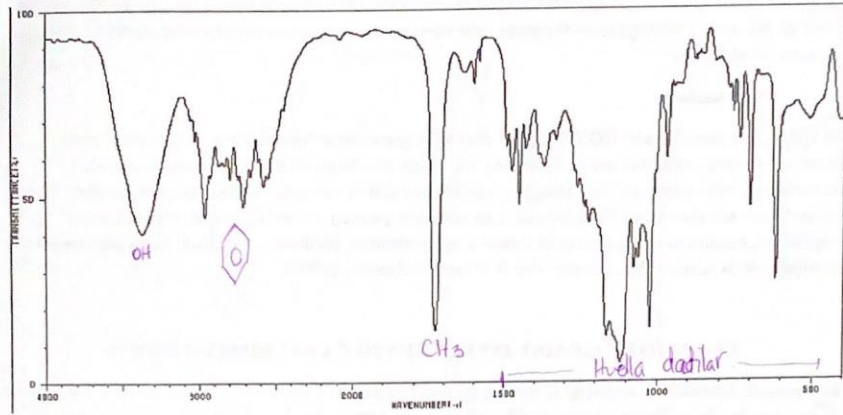
Cuestionario 40111				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	0,5	0,5	0,08333333	0,361
2	0,25	0,33333333	0	0,194
3	0,875	0,16666667	0,25	0,431
4	0,125	0,5	0,25	0,292
5	0,625	0,5	0,33333333	0,486
6	0	0	0	0,000
7	0,5	0,5	0,41666667	0,472
8	0,125	0,83333333	-0,08333333	0,292
9	1	0,16666667	-0,41666667	0,250
10	1	-0,66666667	0,08333333	0,139
11	0,5	0,33333333	-0,25	0,194
			Promedio	0,283

Cuestionario 30111				
Estudiante	CIAC			IG
	ADECUADA	PLAUSIBLES	INGENUA	
1	0	0	0,5	0,167
2	0,375	-0,5	0,125	0,000
3	0,375	-0,16666667	-0,75	-0,181
4	1	0,16666667	-0,625	0,181
5	0,625	-0,66666667	0	-0,014
6	0	0	0	0,000
7	0,5	0,16666667	0	0,222
8	0,875	0,66666667	-0,5	0,347
9	0,625	-0,5	0	0,042
10	0,375	-0,16666667	0,125	0,111
11	0,125	0	-0,5	-0,125
			Promedio	0,068

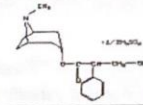
# Anexo 5



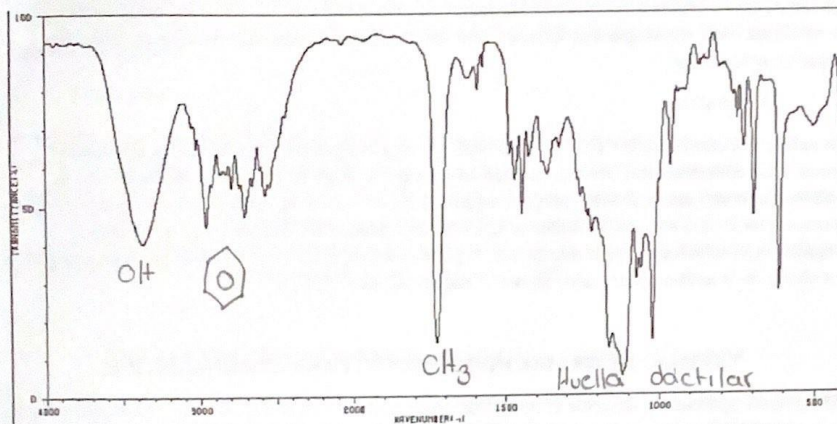
Grafica de Sulfato de Antropina teórica



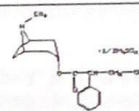
3170	39	2716	48	1477	56	1226	41	772	74
3029	62	2663	53	1453	46	1169	12	758	70
2953	43	2617	57	1432	80	1121	4	737	62
2869	67	2593	62	1371	66	1078	29	703	44
2852	57	2554	53	1332	62	1065	32	620	26
2833	57	1728	13	1263	50	1026	13	611	57
2798	63	1494	60	1240	44	972	67	612	66



Grafica de Sulfato de Antropina teórica



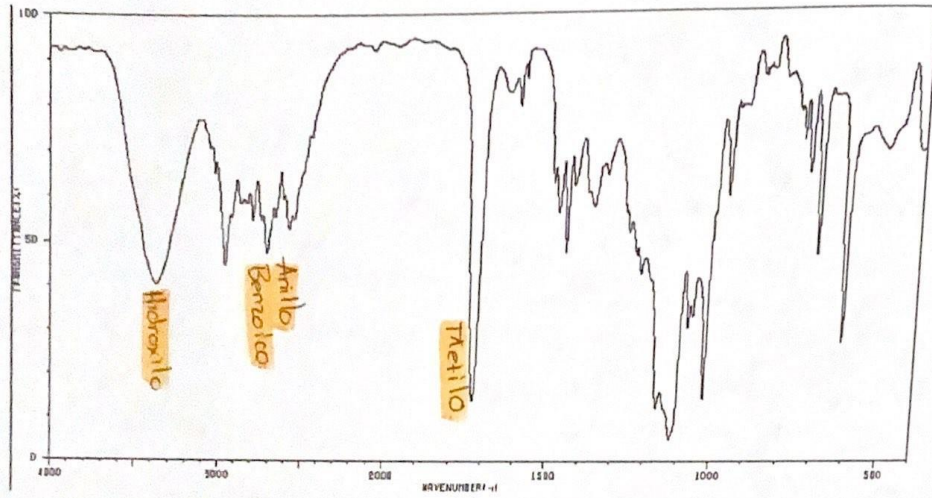
3370	39	2715	48	1477	56	1225	41	772	74
3029	52	2553	53	1453	46	1165	12	758	70
2953	43	2617	57	1432	80	1121	4	737	52
2859	57	2593	52	1371	66	1078	29	703	44
2852	57	2554	53	1332	62	1065	32	620	26
2635	57	1728	13	1263	50	1025	19	611	57
2798	53	1494	69	1240	44	972	57	512	56



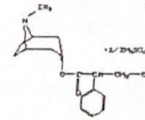
2. Sí, porque en el momento de hacer el análisis del espectro, se hallaron grupos funcionales fundamentales en la estructura química del sulfato de Atropina.
3. No, la información forense no lo indica.
4. Sí, ya que en el informe se presenta una decoloración en la piel, esto indica que la persona sufrió de una sobredosis del sulfato de Atropina, es decir le inyectaron más de 7mg



**Grafica de Sulfato de Antropina teórica**



3370	39	2716	48	1477	56	1226	41	772	74
3029	62	2563	53	1453	46	1166	12	758	70
2963	43	2617	57	1432	80	1121	4	737	62
2869	67	2683	62	1371	66	1078	28	703	44
2852	67	2554	63	1332	62	1065	32	620	26
2673	67	1728	19	1263	80	1026	13	611	57
2708	63	1494	69	1240	44	972	67	512	66



01 - 12 - 2022.

1. Grupos Funcionales

2.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el paciente murió por intoxicación al ingerir una cantidad superior de 7 mg de muestra (medicamento).

3.

Con el informe forense no es posible determinar si el paciente padecía alguna enfermedad, solo se puede decir que murió por exceso de medicamento.

4.

Si, la causa de la muerte fue una Sobredosis de medicamento.