



DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN EN LOS ESTUDIANTES
DEL LICEO HOLCIM A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE UNA UNIDAD
DIDÁCTICA BASADA EN ESTUDIOS DE CASO FORENSE.

MÓNICA JALIBETH PARADA ESPINOSA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2023

DESARROLLO DE LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN EN LOS ESTUDIANTES
DEL LICEO HOLCIM A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE UNA UNIDAD
DIDÁCTICA BASADA EN ESTUDIOS DE CASO FORENSE

Autora

MÓNICA JALIBETH PARADA ESPINOSA

Tutor

PHD. WILMAN RICARDO HENAO GIRALDO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES

2023

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermano por estar conmigo en todo momento y enseñarme el valor de la constancia, la dedicación y la disciplina con la que se alcanzan los propósitos en la vida.

A Alex, mi esposo, por su inmenso amor y apoyo incondicional para alcanzar mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de los profesores, que compartieron conmigo su conocimiento y la sabiduría que contribuyó a mi formación, personal, profesional y laboral y a través mía a la formación de los niños donde quiera que vaya.

A mi familia y mi esposo, por cada palabra de aliento y orgullo que ha impulsado mi carrera y los deseos de superación que me han llevado donde me encuentro.

A cada persona que de una u otra forma se involucró en este proceso con su apoyo de distintas formas, aquellos que me han enseñado y han dejado una parte suya conmigo, por contribuir a configurar el ser humano que soy.

A Dios y la vida, por cada persona y cada oportunidad que ha puesto en mi camino.

RESUMEN

El trabajo presentado a continuación, recoge los aportes encontrados en la intervención didáctica realizada con la de la estrategia: desarrollo de la competencia de indagación a partir de una unidad didáctica basada en estudios de caso forense, trabajada con los estudiantes del grado décimo del Liceo Holcim, una institución educativa de carácter privado ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá, que funciona bajo el nombre de la Fundación Social de Holcim Colombia, la estrategia tenía como propósito articular bajo la estrategia de la unidad didáctica, los estudios de caso en ciencias forenses a propósito de su estrecha relación con múltiples áreas del conocimiento entre ellas las ciencias naturales y el interés que despiertan en los estudiantes como un pretexto para el desarrollo de 11 habilidades a saber: formulación de preguntas, descripción de observaciones, planteamiento de predicciones, selección de información, diseño de metodologías, recolección de datos, elaboración de representaciones, interpretación de resultados, elaboración de conclusiones, solución de problemas y comunicación de resultados, que por su parte contribuyen al desarrollo de la indagación en los estudiantes.

El desarrollo de la estrategia se realizó con 27 estudiantes de los cuales 12 se toman para el análisis cualitativo de su proceso, donde se evidenció el desarrollo de la competencia a través la movilización progresiva en el contenido de sus respuestas desde el ejercicio diagnóstico, pasando por el desarrollo de los 3 casos trabajados, hasta llegar al ejercicio final de evaluación, se resalta igualmente la apropiación de conocimiento propios de las áreas básicas trabajadas y las ciencias forenses como una forma de contextualización del conocimiento.

Palabras clave: Indagación, ciencias forenses, estudios de caso, unidad didáctica, competencia.

ABSTRACT

The work presented below gathers the contributions found in the didactic intervention carried out with the strategy: development of the inquiry competence from a didactic unit based on forensic case studies, it has been worked with the tenth graders of the Liceo Holcim, a private educational institution located in the municipality of Nobsa, Boyacá, which operates under the name of the Social Foundation of Holcim Colombia, the strategy had as purpose to articulate under the strategy of the didactic unit, the case studies in forensic sciences due to its close relationship with multiple areas of knowledge among them the natural sciences and the interest that they awaken in the students as a pretext for the development of 11 skills to know: formulation of questions, description of observations, predictions, selection of information, design of methodologies, data collection, elaboration of representations, interpretation of results, elaboration of conclusions, problem solving and communication of results, which in turn contribute to the development of inquiry competence in students.

The development of the strategy was carried out with 27 students of which 12 were retaken for the qualitative analysis of their process, where the development of competence was evidenced through the progressive mobilization in the content of their answers from the diagnostic exercise, passing through the development of the 3 cases worked, until reaching the final evaluation exercise, it is also highlighted the appropriation of knowledge of the essential areas worked and the forensic sciences as a way of contextualization of expertise.

Keywords: Inquiry, forensic sciences, case studies, didactic unit, competence.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	ANTECEDENTES	15
2.1	REPORTE DE ESTUDIOS ASOCIADOS A LA INDAGACIÓN.....	15
2.2	REPORTE DE ESTUDIOS ASOCIADOS A LOS ESTUDIOS DE CASO EN LA EDUCACIÓN.....	17
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
4	JUSTIFICACIÓN.....	24
5	REFERENTE TEÓRICO.....	28
5.1	LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS	28
5.2	LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	29
5.2.1	Las Habilidades para Evaluar la Competencia de Indagación	33
5.3	LAS CIENCIAS FORENSES Y SUS ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES.....	34
6	OBJETIVOS	36
6.1	OBJETIVO GENERAL.....	36
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
7	METODOLOGÍA.....	37
7.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
7.2	CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
7.3	UNIDAD DE TRABAJO	38
7.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS	39
7.5	DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
7.6	MODELO DE INSTRUCCIÓN: UNIDAD DIDÁCTICA.....	41
7.6.1	Fundamento Teórico	41
7.6.2	Objetivos de la Unidad Didáctica	42
7.6.3	Estructura General de la Unidad Didáctica	42
7.6.4	Estructura de la Unidad Didáctica	43
7.7	ESTUDIO DE CASO	44

7.7.1	Estudios de Caso Desde las Ciencias Forenses	47
7.7.2	Estructura del Estudio de Caso	48
7.8	UNIDAD DE ANÁLISIS	49
7.9	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	51
7.9.1	Análisis de la Información.....	51
8	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
8.1	RESULTADOS DE LA ETAPA DIAGNÓSTICA (INSTRUMENTO INICIAL)....	53
8.2	RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA (APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA)	55
8.2.1	Resultados Caso 1: Un Suicidio Atípico	56
8.2.2	Resultados Caso 2: El Caso Jimena Hernández	58
8.2.3	Resultados Caso 3: Muerte en exhibición aérea.....	60
8.3	RESULTADOS DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN	63
8.4	ANÁLISIS DE LAS SUBCATEGORÍAS	65
8.4.1	Formula Preguntas.....	66
8.4.2	Describe Observaciones	67
8.4.3	Plantea Predicciones	69
8.4.4	Selecciona Información	71
8.4.5	Diseña Metodologías	73
8.4.6	Recolecta Datos	75
8.4.7	Elabora Representaciones.....	77
8.4.8	Interpreta Resultados	81
8.4.9	Elabora Conclusiones	83
8.4.10	Soluciona Problemas	85
8.4.11	Comunica Resultados	87
9	CONCLUSIONES	92
10	RECOMENDACIONES	94
11	REFERENCIAS	95
12	ANEXOS	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las unidades de análisis, indagación	50
Tabla 2. Lista de frecuencia de palabras instrumento inicial	54
Tabla 3 Lista de frecuencia de Palabras Caso 1	57
Tabla 4. Lista de Palabras Caso 2.....	59
Tabla 5. Lista de Palabras Caso 3.....	62
Tabla 6 Lista de Palabras Cuestionario Final	64
Tabla 7. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría formulación de preguntas.....	66
Tabla 8. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría describe observaciones.....	68
Tabla 9. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría plantea predicciones	70
Tabla 10. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría selecciona información.....	72
Tabla 11. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría diseña metodologías	74
Tabla 12. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría recolecta datos	76
Tabla 13. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría elabora representaciones.....	78
Tabla 14. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría interpreta resultados	81
Tabla 15. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría Elabora conclusiones	83
Tabla 16. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría soluciona problemas	85
Tabla 17. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría comunica resultados	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la prueba periódica de primer periodo. Grado décimo	20
Figura 2. Diseño metodológico del proceso investigativo	40
Figura 3. Nube de Palabras Etapa diagnóstica (instrumento inicial).....	53
Figura 4. Nube de Palabras Caso 1. Un suicidio Atípico	56
Figura 5. Nube de Palabras Caso 2.....	59
Figura 6. Nube de Palabras Caso 3.....	61
Figura 7. Nube de Palabras Cuestionario Final	63
Figura 8. Ejemplos de croquis de E4 para los casos de la intervención didáctica.....	79
Figura 9. Ejemplos de croquis de E9 para los casos de la intervención didáctica.....	79
Figura 10. Ejemplos de croquis de E11 para los casos de la intervención didáctica.....	80
Figura 11. Taller: Astucia Investigativa	89
Figura 12. Conversatorio: Criminalística y ciencia	90

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Instrumento diagnóstico y de evaluación.....	100
Anexo 2. Unidad didáctica	103

1 PRESENTACIÓN

El trabajo de investigación desarrollado tuvo como propósito, contribuir al desarrollo de la indagación en los estudiantes al considerar las dificultades que se evidencian en esta competencia soportadas en los resultados obtenidos de la aplicación de pruebas estandarizadas tipo saber de forma periódica, así como los diferentes escenarios de aprendizaje propuestos en las sesiones de clase donde es recurrente las dificultades de los estudiantes a la hora de plantear hipótesis, formular preguntas, diseñar metodologías para darles solución y el análisis e interpretación de resultados, así como otras habilidades.

Las ciencias forenses como escenario de contextualización, ofrecen un abanico de posibilidades desde la integración de múltiples disciplinas en colaboración con la justicia para conseguir el esclarecimiento de hechos delictivos, el aporte invaluable de las ciencias naturales a este objetivo se presenta como la excusa perfecta para ser empleadas desde los estudios de caso como una estrategia eficaz para el desarrollo de la competencia de indagación a través de la investigación de casos criminales. Este aporte a la competencia de indagación trabajada desde las visiones propuestas por González et al (2001) implica considerar la competencia como un proceso en el que se busca que el estudiante desarrolle los elementos indispensables para cuestionarse respecto al mundo que lo rodea y estar en la capacidad de proponer alternativas de comprobación a las hipótesis que se plantea, llevar a feliz término estos cuestionamientos le permitirá ser un ciudadano posiblemente más consciente y que diseña alternativas frente a las problemáticas de manera crítica y reflexiva.

Para establecer el nivel en el que se desarrolla la competencia de indagación es preciso comprender que es un proceso que implica atender ciertas habilidades, que en este trabajo surgen de la concatenación de las propuestas realizadas por Bybee, Khan, Barrera y Cristancho (2009), donde verificando las similitudes y completando el proceso lo mejor posible se llega a la conclusión de 11 habilidades necesarias para desarrollar la competencia de indagación: formulación de preguntas, descripción de observaciones, planteamiento de predicciones, selección de información, diseño de metodologías, recolección de datos, elaboración de representaciones, interpretación de resultados, elaboración de conclusiones, solución de problemas y comunicación de resultados.

Con el fin de dar curso a esta estrategia se plantearon seis etapas que se desarrollaron de la siguiente manera: una primera etapa de revisión documental y formulación, que incluía el fundamento teórico al respecto para el planteamiento de la propuesta de trabajo, una segunda etapa donde se diseñó y validó cada uno de los instrumentos a utilizar, el instrumento de diagnóstico y evaluación y la unidad didáctica a desarrollar, así mismo se contó con la validación de estos instrumentos por parte de colegas expertos.

Para el tercer momento se desarrolló la etapa diagnóstica, donde a través de un cuestionario con 11 preguntas a partir de una situación criminal se logró establecer los niveles bajos en la gran mayoría y básicos en otro grupo de las 11 habilidades seleccionadas y evidenciadas en las respuestas. En la cuarta etapa se realizó la intervención didáctica se aplicó la unidad propuesta iniciando con una introducción a los conceptos forenses, seguido del trabajo en los 3 casos diseñados y enfocados desde los aspectos biológico, químico y físico respectivamente, cada uno con un total de 11 preguntas referentes a las habilidades a desarrollar que permitió observar un avance progresivo a través de respuestas cada vez más acordes al desarrollo del ejercicio. Para la etapa cinco, referente al momento de evaluación se aplicó nuevamente el instrumento diagnóstico con el fin de comparar los resultados con el ejercicio diagnóstico encontrando una mejora sustancial en el desarrollo de las habilidades propuestas.

Finalmente, en la última etapa dedicada al ejercicio de análisis y discusión de los resultados se logró establecer que de las 11 habilidades trabajadas en función del desarrollo de la competencia de indagación se logró una mejoría importante en la gran mayoría logrando procesos de apropiación del conocimiento más cercanos al contexto y acordes a el planteamiento de sus hipótesis y las múltiples herramientas y metodología que se plantean con el fin de comprobarlas, sin embargo, hay habilidades como la solución de problemas, interpretación y comunicación de resultados donde es necesario continuar trabajando para lograr cada vez mejores resultados. Se destaca igualmente, la importancia de buscar contextos como las ciencias forenses que para este caso aportó un elemento fundamental para la conexión de los estudiantes con la estrategia, esto debido a que impulsó el interés frente a su realidad en todo momento.

2 ANTECEDENTES

Considerando las categorías principales que encierra este trabajo se han organizado algunos de los antecedentes de más relevancia y pertinencia encontrados, acerca de lo trabajado en relación a los estudios de caso y la indagación en ciencias desde diferentes perspectivas, con este fin se revisaron los siguientes antecedentes desde motores de búsqueda como Google Académico, y bases de datos como Science Direct, Redalyc, Praxis y Saber, entre otras:

2.1 REPORTE DE ESTUDIOS ASOCIADOS A LA INDAGACIÓN

Revisando antecedentes de trabajos realizados que involucren la categoría de indagación por su pertinencia se seleccionaron algunos trabajos que aportan dentro en sus hallazgos algunos referentes de importancia para el desarrollo de este trabajo:

A nivel local se encontraron dos investigaciones que trabajan la indagación la primera es un ejercicio que recoge la categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación, realizado por García y Furman (2014), que buscaba revisar la capacidad de formulación de preguntas de investigación en niños de grado sexto comparando el antes y después de la intervención por medio de una unidad didáctica basada en la indagación escolar, que obtuvo como resultados luego de categorizar dichas preguntas, que los estudiantes mejoraron la calidad y cantidad de preguntas formuladas, movilizándose a preguntas más investigables.

Otro de esos trabajos de investigación que trabaja el cuento como estrategia pedagógica para desarrollar la competencia de indagación en ciencias naturales, realizado por Duarte (2017), plantea la aplicación de secuencias didácticas, análisis, interpretación, descripción y reflexión en los resultados de la producción de cuentos en estudiantes de grado octavo, como resultado obtuvieron el análisis de 3 categorías: comprensión y construcción de conceptos, capacidad de formulación de preguntas y uso de palabras científicas, que permitieron reconocer un buen progreso en la competencia de indagación en los estudiantes, de este estudio particularmente es importante destacar los resultados obtenidos

en formulación de preguntas que son una de las subcategorías a considerar dentro de este trabajo, por lo que permite tomar pautas de lo que debe llevar una buena formulación de preguntas, de esta misma forma orienta acerca de la categorización de preguntas y su análisis lo que puede dar luces para el análisis en este trabajo.

A nivel nacional en la revisión se encontraron los siguientes referentes, un primer trabajo que parte de las simulaciones interactivas como objetos de aprendizaje en el desarrollo de las competencias explicación de fenómenos e indagación en las ciencias naturales en grado noveno, realizado por Montoya y Salas (2018), que buscaba analizar el nivel de fortalecimiento de las competencias de explicación de fenómenos e indagación, a través de la intervención por medio de simulaciones interactivas, lo cual como resultado arroja que las simulaciones son una herramienta potente para mejorar el nivel de las competencias mencionadas, así como el interés de los estudiantes por el aprendizaje de las ciencias.

Un segundo trabajo que implementa semilleros de investigación como estrategia pedagógica para fortalecer la competencia de indagación en el área de ciencias naturales, realizado por Jiménez y Loaiza (2019), busca en este ejercicio establecer la influencia de los semilleros de investigación y sus actividades en el fortalecimiento de la competencia de indagación en estudiantes de grado quinto; al finalizar se estableció que la práctica constante y consciente de las actividades dentro de los semilleros de investigación, no solo favorecen el desarrollo de la competencia de indagación en el estudiante, además de su formación investigativa. A partir de estos dos trabajos se puede identificar los aportes hechos por herramientas como las simulaciones y los semilleros a la construcción de la competencia de indagación, las cuales pueden ampliar los escenarios de la indagación como forma de desarrollar nuevas estrategias dentro de la unidad didáctica a desarrollar.

En el ámbito internacional se revisaron tres trabajos que muestran los siguientes resultados: un primer trabajo que plantea una estrategia didáctica para desarrollar la competencia de indagación científica en alumnos del sexto grado de educación primaria, realizado en Perú por Rogers, (2015), mediante el cual se plantean distintas actividades de intervención en el marco de la estrategia didáctica que involucra a estudiantes y docentes, como resultado

surge una propuesta para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje posibilitando el desarrollo de la competencia de indagación científica.

Un segundo trabajo que analiza la indagación científica como estrategia y su efecto en el desarrollo de la competencia indaga en los estudiantes del cuarto año de secundaria en el área de ciencia, tecnología y ambiente de la I.E. 3080 “Perú Canadá”, Los Olivos, 2017, realizado en Perú por Rojas, (2018), donde se propone la implementación de talleres de indagación científica, en el área de ciencias que desarrollen habilidades científicas garantizando sesiones interactivas y creativas para los estudiantes, como resultado se obtuvo que los talleres de indagación científica tienen un efecto significativo en la capacidad de los estudiantes de problematizar, diseñar estrategias, generar y registrar información entre otras que favorecen la competencia de indagación en los estudiantes.

2.2 REPORTE DE ESTUDIOS ASOCIADOS A LOS ESTUDIOS DE CASO EN LA EDUCACIÓN

Revisando antecedentes de trabajos realizados que involucren los Estudios de caso forenses por su pertinencia se seleccionaron algunos trabajos que aportan ideas importantes para el desarrollo de este trabajo, es necesario aclarar que como tal la para los estudios de caso forenses no se encontró resultados, por lo tanto, se seleccionaron trabajos para los estudios de caso y por otro lado de la parte forense en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

A nivel local se encontró un trabajo relacionado a la aplicación de los estudios de caso en las ciencias naturales que trabaja el estudio de caso como una estrategia para la enseñanza de la educación ambiental, realizado por, Niño (2012), en el cual se propone la aplicación de estudios de caso en la Institución educativa Tierra Negra, con el ánimo de favorecer el proceso de enseñanza de la educación ambiental, como resultado de este ejercicio se determinó que la aplicación de estudios de caso no solo favorece la enseñanza, además ermitió a la comunidad educativa que participó desarrollar procesos reflexivos y analíticos que promueven el cambio social y personal. Este tipo de trabajos aportan ideas para la

forma en la que se deben trabajar estudios de caso en el aula, para este caso puntual sus múltiples ventajas como estrategia de enseñanza.

A nivel nacional no se encontraron referentes que tengan una relación directa con la categoría de estudio de este trabajo, los referentes teóricos encontrados apuntan a la descripción del estudio de caso como metodología o a la descripción de estudios de caso como medio para favorecer otras competencias, habilidades o incluso corrientes pedagógicas, razón por la que no se consideraron como aportes a este ejercicio.

A nivel internacional, aparecen algunos estudios que si bien no son del todo aplicaciones puntuales de los estudios de caso en las ciencias, constituyen elementos claves para el desarrollo de este trabajo como la forma de aplicarlos, tipos de análisis que se pueden implementar, así mismo permiten desarrollar ideas claves de este estudio un primer trabajo que desarrolla elementos acerca de la implementación del estudio de casos como metodología didáctica y de innovación, realizado en España por Pacheco, Díez, García y García, (2009), que propone la aplicación de estudios de caso en alumnos de magisterio de diplomado, este trabajo permitió en los resultados reconocer tres aspectos fundamentales, el estudio de casos como metodología de innovación, la aplicación de los casos y las ventajas de su aplicación en grupos de trabajo, lo cual muestra buenas apreciaciones de los estudios de caso como una metodología con múltiples beneficios y se traduce en una estrategia de innovación en el aula.

Un segundo ejercicio de aplicación que hace referencia a la utilización de la ciencia forense y la investigación criminal como estrategia didáctica en la comprensión de conceptos científicos, realizado en México por Sebastiany, Camara, Del Pino y Miskinis, (2012) propone la aplicación de módulos didácticos en ciencias forenses desde los cuales se plantea el desarrollo de conceptos relacionados a la química, la matemática y la física como una invitación a la enseñanza de manera contextualizada e interdisciplinaria, como resultado se destacan los cuatro módulos de aplicación que se busca que sean utilizados en propuestas innovadoras de enseñanza en el aula. Este estudio es particularmente importante ya que es el más cercano a la idea inicial de este proyecto, maneja los términos de las

ciencias forenses aplicadas a la educación y puntualmente a la comprensión de conceptos científicos lo cual es un elemento imprescindible para esta propuesta.

Volviendo a la aplicación de las ciencias forenses en la enseñanza de las ciencias se consideró un trabajo particularmente interesante que hace una apuesta por aprender a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal, realizado en Brasil por, Sebastiany, Camara, Diehl y Miskinis, (2013), donde se propone a través de los juegos de roles y las situaciones problema una escena del crimen, con el fin de realizar su reconstrucción por medio de actividades de análisis, recolección de datos y experimentación, como resultado los estudiantes desarrollaron actitudes investigadoras que favorecen la gran mayoría de las competencias científicas. La actitud investigadora que se desarrolla a partir de este ejercicio es de relevancia para este proyecto ya que es una de las que se pretende priorizar al desarrollar la competencia de indagación, y más aún, utilizando como agente facilitador las ciencias forenses.

Como soporte teórico a este ejercicio investigativo, es necesario plantear que considerando que dentro de los ejes centrales encontramos la indagación y los estudios de caso forenses, para el caso de la primera se intenta dar un panorama que parte desde donde se aborda la indagación como competencia y los referentes que guían este proceso, por parte de los estudios de caso forenses se intenta dilucidar los fundamentos que podrían constituir elementos clave en el proceso de desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes, partiendo del hecho que en sí misma la categoría completa es poco utilizada en la educación por lo que se hará énfasis en los estudios de caso a los cuales desde esta propuesta se les da un enfoque en las ciencias forenses.

Ambas categorías conforman el eje vertebral de este trabajo, por lo que los elementos que a continuación se retoman son la base sobre la cual se realiza esta propuesta de intervención didáctica en el aula.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje han estado siempre sometidos a constantes momentos de valoración de distinta índole, estas formas de evaluar permiten tener una mirada retrospectiva sobre los procesos y realizar autoevaluaciones a las metodologías, materiales, estrategias entre otros factores, que como docentes se emplean para favorecer el aprendizaje de los estudiantes, realizar ajustes pertinentes antes, durante y después de esa intervención pedagógica es entonces una de las finalidades de la evaluación, ajustes que contribuyan a procesos educativos pensados desde la formación de estudiantes con mejores herramientas y habilidades para el desarrollo pleno de sus competencias a la hora de ponerlas en práctica en todo contexto de la vida.

El Liceo Holcim, aplica de forma periódica pruebas estandarizadas tipo saber, desarrolladas y evaluadas por una editorial externa al colegio, que evalúa áreas básicas y optativas entre ellas Ciencias Naturales.

Figura 1. Resultados de la prueba periódica de primer periodo. Grado décimo

97	Comprendo que a partir de la investigación científica, se construyen explicaciones sobre el mundo natural.	INDAGAR	PROCESOS FÍSICOS	53.8	3.8	7.7	34.6	0.0	0.0	34.6
98	Utilizo algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones.	INDAGAR	PROCESOS FÍSICOS	0.0	19.2	53.8	26.9	0.0	0.0	0.0
99	Explico cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza, basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico.	INDAGAR	PROCESOS FÍSICOS	34.6	42.3	11.5	11.5	0.0	0.0	34.6
100	Analizo el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo.	INDAGAR	CTS	11.5	80.8	0.0	7.7	0.0	0.0	80.8
101	Clasifica los átomos de acuerdo si son isotopos, átomos neutros o iones.	INDAGAR	PROCESOS QUÍMICOS	34.6	3.8	53.8	7.7	0.0	0.0	53.8

Nota. Extracto de la tabla de análisis de resultados del informe de aplicación de la última prueba realizada antes de la intervención didáctica, preguntas de indagación, prueba de grado décimo.

Verificando los resultados obtenidos en la última prueba aplicada antes de la intervención didáctica aplicada en grado décimo se evidencia que la competencia con más bajo rendimiento y en la que los estudiantes presentan mayor dificultad es la indagación como se muestra en la Figura 1, dentro de los componentes en los que más se encuentran falencias están los procesos físicos, sin embargo al realizar una revisión detallada se encuentra que en la gran mayoría de preguntas donde había un mayor número de desaciertos, se buscaba desarrollar habilidades que favorecían la competencia de indagación como el planteamiento de hipótesis, la formulación de preguntas, la interpretación de resultados entre otras, estos resultados se comparten con los obtenidos en la mayoría de las pruebas aplicadas en los tres últimos años intensificándose la situación en las pruebas aplicadas luego del regreso a la presencialidad, posterior a la pandemia.

La situación antes mencionada se ve respaldada entre otras por el desempeño en actividades propuestas en la clase de ciencias y en otros entornos de aprendizaje de la institución como eventos institucionales que buscan el desarrollo de dicha competencia donde se puede identificar situaciones en las que a los estudiantes se les dificulta plantear preguntas de investigación y sub preguntas de análisis, reconocer las metodologías adecuadas para resolver problemas sencillos, recolectar, seleccionar y clasificar información relevante dentro de un proceso investigativo que les permita dar respuestas a interrogantes planteados y poner en contexto los resultados obtenidos a partir de su trabajo de indagación.

Considerando lo anterior, la indagación involucra entonces otra serie de procesos que el estudiante debe considerar como la observación, el cuestionamiento, la búsqueda de relaciones, causa efecto, búsqueda de información y el uso adecuado de la misma para dar respuesta a sus interrogantes, de esta forma el estudiante plantea el proceso que seguirá para construir su conocimiento y le facilitará el planteamiento y solución de preguntas, procesos que evidentemente necesitan ser intervenidos para garantizar el desarrollo adecuado y pertinente de la competencia de indagación.

El Liceo Holcim dentro de su modelo pedagógico adopta el modelo dialógico como una forma efectiva de lograr la construcción del conocimiento de sus estudiantes a través del

diálogo con otros en las comunidades de aprendizaje, partiendo de la pregunta como eje principal para la construcción de conocimiento es por eso, que atendiendo a las evidencias detalladas anteriormente se puede identificar que hay algunos factores que inciden en el hecho que los estudiantes tengan dificultades para alcanzar niveles adecuados en la indagación en ciencias naturales.

El primero de esos factores puede ser la concepción de los estudiantes acerca de la ciencia como un producto acabado, un campo en el que hay poco por hacer o en el que lo que existe y se encuentra en la teoría es incuestionable, una concepción que los aleja de la indagación constante que debe caracterizar el aprendizaje de las ciencias, y por otra parte, está la poca motivación por los temas de ciencia que no involucran algunos elementos fundamentales en la actualidad para niños y adolescentes como lo es el reto, el misterio, y la contextualización de lo que aprenden, que los impulsa a cuestionarse y por ende a desarrollar procesos relacionados que les permiten alcanzar mejores niveles en sus competencias científicas.

Son estas razones que se respaldan en las investigaciones revisadas en los antecedentes, que la tendencia a desarrollar procesos que favorezcan la indagación ha estado orientada a favorecer aspectos como el planteamiento de preguntas, los métodos adecuados de selección de información, las metodologías que se deberían formular en un ejercicio investigativo y las concepciones que tienen docentes y estudiantes acerca de la indagación en el aula entre otros. Sin embargo, es necesario que además de fortalecer estos procesos clave para la indagación en ciencias, se trabaje desde el interés de los estudiantes y la contextualización del conocimiento, no sólo centrados en los contenidos disciplinares que el estudiante es necesario que aprenda sino en el contexto donde los puede utilizar y los reconoce todos los días, como su comunidad, las noticias, el colegio, el barrio o su propio entorno familiar, las ciencias forenses involucrando todo un conjunto de disciplinas de distinta índole.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aporta al desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim de Nobsa Boyacá la aplicación de una unidad didáctica basada en estudios de caso forense?

4 JUSTIFICACIÓN

Las ciencias parten de la necesidad primordial del ser humano de cuestionarse acerca de los fenómenos que le rodean, para esto es necesario que la curiosidad que desarrollamos en la infancia se mantenga con el fin de transformar esas ideas en cuestionamientos que se puedan llevar a la investigación e indagación de manera constante. En muchas ocasiones el estudio de las ciencias en la escuela no favorece mantener esa curiosidad y la indagación que debe generarse a partir de ella se ve reducida vista desde la concepción del estudiante a la consulta de información.

Las últimas tendencias en la enseñanza de las ciencias y las vivencias de los docentes en el aula arrojan en gran medida uno de los problemas esenciales de las ciencias en la escuela y es que se está como lo expresa Morales et al (2018), “el docente entonces se constituye en mediador y guía, aquel que, sin querer matar la curiosidad, orienta la interacción entre sus estudiantes para que el abordaje de las situaciones problema sea pertinente” (p. 163). Ya que de una u otra forma en ocasiones se sigue condicionando la forma de aprender ciencias a metodologías netamente tradicionales que optan por contenidos descontextualizados, cuadriculados y que no permiten ser cuestionados, acciones donde se proponen tareas con criterios rígidos y estrictos sobre lo que se debe hacer y cómo se debe hacer, limitar las experiencias de campo a una guía con un recetario de los pasos a seguir, salidas pedagógicas ancladas a una guía con los lugares y preguntas que realizar y proyectos de ciencias restringidos exclusivamente a la propia área, son algunos ejemplos de acciones que aunque se están iniciando a trabajar desde múltiples perspectivas y es necesario que empiecen a modificarse, siguen estando presentes en alguna medida en el proceso de enseñanza diario y que condicionan la creatividad de los estudiantes a la hora de aprender, es así como el docente y las metodologías utilizadas en la enseñanza deben ser orientadores no limitantes o barreras para el conocimiento.

George Charpak (como lo cita Picquart, 2008) cree que, sin excluir la formación general del individuo, uno de los objetivos de la educación científica es formar la personalidad de un

niño y convertirlo en ciudadano: expandir el conocimiento y renovar la admiración, para no causar tal "decepción" en el aprendizaje de las ciencias. Esto se debe a que muchos ejercicios y problemas se han reducido al procesamiento de datos y fórmulas, que muchas veces no están contextualizados y pueden ser reemplazados por procesos más complejos que involucren investigación, integrando elementos teóricos y prácticos (Meza et al., 2002) convertir al niño en ciudadano implica entonces que empiece a mirar más allá de la escuela su contexto diario, lo que sucede en su entorno, que aquellas acciones que pasan en las noticias no sean ajenas a su ser, que se pueda cuestionar sobre ello, tenga el conocimiento y los argumentos para asumir posturas y acciones frente a lo que lo afecta, lo que desconoce y lo que espera resolver.

La visión tradicional de la enseñanza de las ciencias que sigue irrumpiendo en la curiosidad de los niños y jóvenes se ha rezagado entonces para obtener resultados distintos en el aprendizaje, ya que a pesar de que las generaciones que se tienen en el aula de clase hoy en día han evolucionado a un ritmo vertiginoso, no lo han hecho así las metodologías en la enseñanza de las ciencias donde se siguen quedando un paso atrás y todavía hay cosas que se hacen de la misma manera.

Una forma entonces de contrarrestar este tipo de problemáticas en el aula es como lo afirma Torres (2010), se trata de apostarle a metodologías que le permitan al estudiante, valorar la curiosidad científica y su capacidad para analizar el entorno y todo lo que sucede en él, viéndolo como un elemento próximo a la didáctica de las ciencias que facilite llegar a aprendizajes realmente útiles y próximos al estudiante. Sin duda incursionar en formas distintas de lograr mantener la curiosidad y a la par lograr mejorar la competencia de indagación en los estudiantes va a significar cambios en la construcción de sus aprendizajes y en la forma como se enfrentan al mundo.

Es así como surge la necesidad de plantear una estrategia para fomentar el desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes y aproximarlos cada vez más al estudio de las ciencias, partiendo de temas llamativos y cotidianos como es el caso de los elementos que proporcionan las ciencias forenses que están al alcance de los estudiantes a través de

noticias, juegos, programas de televisión, series y películas con las cuales interactúan todo el tiempo, se seleccionaron estos elementos dado que, desde la perspectiva didáctica, y a través de la estrategia de los estudios de caso aplicados a la enseñanza pueden fortalecer la competencia de indagación favoreciendo los procesos de investigación en el aula y que además les permitirán apropiarse herramientas metodológicas que, desde el constructivismo, proveen el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, analítico y reflexivo.

El pensamiento crítico como lo afirma Halpern (2010), (como se cita en Castillo, 2010) se encuentra inmerso en situaciones como la resolución de problemas, formulación de inferencias, cálculo de probabilidades y toma de decisiones, lo cual favorece la calidad de vida y la participación ciudadana de los sujetos, sin embargo, este pensamiento crítico se pone a prueba cuando se han desarrollado ciertas habilidades como el razonamiento verbal, comprobación de hipótesis, probabilidad e incertidumbre, toma de decisiones y solución de problemas, habilidades que se desarrollan paralelamente a aquellas necesarias para desarrollar la indagación.

Estas habilidades permiten entonces no sólo dominar de forma adecuada el contenido, sino lograr un aprendizaje a través de su propia experiencia, que trae consigo otras acciones propias y que se pueden aprovechar desde el escenario de las ciencias a plenitud, tales como la expresión de ideas fundamentadas en argumentación científica, tomar y defender posiciones al respecto de algún tema, considerar puntos de vista diversos, reconocer analogías, valorar la calidad y claridad de sus propios argumentos, darlos a conocer y establecer conclusiones, tener entonces la capacidad de expresar un problema de formas distintas y establecer diversas e innovadoras formas de solución permite desarrollar en los estudiantes un verdadero pensamiento crítico, analítico y reflexivo.

Trabajar la indagación se hace especialmente importante puesto que, dentro de las competencias de las ciencias naturales, es necesario que los estudiantes adquieran la habilidad para formular preguntas y trazar un camino metodológico para dar respuesta a las mismas, esto favorece su creatividad y curiosidad unos de los elementos más importantes de fomentar en la actualidad, cuando en los niños se estimula su capacidad para

interrogarse acerca de todo lo que los rodea, se alimenta un interés por la investigación, que es especialmente útil en diversos campos de la vida de los estudiantes.

Es así como aunado a los beneficios que se trabajaron desde los estudios de caso en donde el estudiante asume un papel investigativo desde distintas posturas, que lo pone en un contexto de aprendizaje distinto, tenemos la particularidad de las ciencias forenses como una ciencia integradora de múltiples disciplinas, que ayuda a los estudiantes a ver las distintas ramas de conocimiento no como áreas sesgadas e individuales más bien como un conjunto de conocimiento que incrementa sus posibilidades de desarrollar múltiples habilidades así, como su admiración por aprender cada día más e incluso proporciona elementos que aportan en algún punto para la toma de decisiones en sus propios proyectos de vida, sentirse en la capacidad de analizar hechos delictivos, lamentablemente tan comunes en nuestro país, los pone en una posición de análisis constante, de pregunta acerca de todo lo que ocurre a su alrededor y por ende se les garantiza herramientas que utilizarán en diferentes contextos de su vida.

5 REFERENTE TEÓRICO

Las competencias que han desarrollado los seres humanos a lo largo de la historia han impulsado grandes descubrimientos y suscitado acontecimientos de gran relevancia que han marcado hitos en la sociedad, en el campo de la educación se ha buscado constantemente que esas competencias y habilidades se desarrollen cada vez más allá aportando en las distintas ramas del conocimiento y especialmente en muchos ámbitos de la vida de los estudiantes, para los educadores se ha tornado en una tarea muchas veces titánica llegar a los alumnos con una curiosidad cada vez más enfocada en intereses diversos, en un aula donde las motivaciones son múltiples y donde captar la atención e interés se vuelve más complejo, aun así las tendencias en la investigación para el desarrollo de competencias muestran los diferentes esfuerzos que se han dado para alcanzar mejores resultados, investigaciones desde las que se partió como un referente para el planteamiento de este proyecto.

5.1 LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

Las distintas áreas del conocimiento hacen uso de formas específicas de interpretar, organizar y evaluar los fenómenos que les son propios, así mismo, cada disciplina desarrolla lenguajes especializados que le confieren a las competencias generales connotaciones y formas de aplicación específicas. (ICFES, 2007) considerando lo anterior es entonces pertinente dilucidar el lenguaje especializado de las Ciencias Naturales y las competencias que desarrolla para llevar a cabo sus propósitos de trabajo con los estudiantes.

Según Adams, Turner, McCrae y Mendelovits (2006), la competencia científica está enmarcada por los conocimientos científicos de un individuo, así mismo, involucra el uso de ese conocimiento para identificar problemáticas, adquirir nuevos conocimientos a partir de la investigación, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en evidencias sobre cuestiones relacionadas con la ciencia de manera que la competencia

científica implica no sólo un conocimiento disciplinar fundamentado, se hace necesario desarrollar a la par estrategias para utilizarlo de manera apropiada y consciente para solucionar problemas que es en últimas la finalidad de la competencia.

Dentro de las competencias específicas que fundamentan el área de ciencias naturales encontramos siete identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento, todas deben ser desarrolladas en el aula, sin embargo, de estas, tres son evaluadas por las pruebas estandarizadas con un especial énfasis como lo son Identificar, Indagar y Explicar. Según lo planteado por el Instituto Colombiano para el fomento de la educación superior (ICFES) en la fundamentación conceptual para el área de ciencias naturales, define estas tres competencias y puntualmente la competencia de indagación de la siguiente manera:

Indagar: Es la competencia referida a acciones como observar detenidamente una situación, plantear preguntas, búsqueda de relaciones de causalidad, consulta de información, formular hipótesis, identificar variables y realizar mediciones que organicen y garanticen el análisis de resultados, sin embargo, no se remite a establecer un protocolo rígido planeado previamente sino a que el estudiante tenga la orientación del maestro que le proporcione la capacidad de plantear sus cuestionamientos, diseñar su metodología para realizar su investigación y así sacar sus propias conclusiones (ICFES, 2007)

Es así como retomando otras definiciones desde la competencia de indagación sobre la que está puesto el interés particular de este trabajo encontramos una trayectoria de este concepto desde la visión complemento de la indagación relacionada netamente a la investigación de corte científico estricto, hasta lo que implica la indagación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, donde nos vamos a centrar.

5.2 LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN

La educación en ciencias parte de la necesidad del ser humano por conocer y dar explicación a los fenómenos que le rodean, para llegar a esto es indispensable cultivar a lo

largo de la vida la curiosidad que desde niños se tiene por explorar el mundo, es así como la formulación de preguntas y todos los procesos que involucra resolverlas se convierten en habilidades casi innatas que le permiten al ser humano descubrir cada pequeño detalle a lo largo de toda su existencia, sin embargo, la complejidad de preguntas que van surgiendo en el camino es la que facilita llegar a procesos de análisis y de cuestionamiento cada vez de mayor profundidad, una competencia tan importante para la vida es necesario pulirla y perfeccionarla a través de la educación.

Es así, como se va desarrollando a través del tiempo un banco de herramientas para responder a estos cuestionamientos, tales como adoptar hipótesis, posturas, establecer y diseñar metodologías, analizar resultados y sacar conclusiones, herramientas que componen todo un proceso orientado a desarrollar la competencia de indagación, una competencia que adquiere un valor más productivo no al dar respuesta a los cuestionamientos que se plantean sino cuando se generan más preguntas o su respuesta sea inconclusa ya que impulsa la creatividad, la curiosidad y por ende el deseo de seguir aprendiendo, un motor indispensable para el trabajo propio de las ciencias naturales.

Cuando se busca que el estudiante desarrolle la competencia de indagación se debe partir de sus ideas, creencias y de la capacidad que tiene para crear o imaginar las soluciones posibles es por esto que la labor del docente debe ir encaminada a guiar al estudiante en la búsqueda de un método que le permita dar solución a sus interrogantes, sin desligarse completamente de sus procesos y ritmos de aprendizaje propios.

Sin embargo, como lo plantea Martin-Hansen (2002) la indagación en la enseñanza varía según lo que se espera de los estudiantes durante el proceso y se encuentra enmarcada en varios tipos:

Indagación abierta: en la que el estudiante diseña todo el método para llegar a responder la pregunta que se ha planteado, en este tipo de indagación el estudiante es el autor de todo el proceso desde la formulación de la pregunta hasta la comunicación de sus resultados.

Indagación guiada: en este tipo, el docente aparece como apoyo en la solución de la pregunta que se ha planteado el mismo estudiante, incluso esta guianza puede estar acompañada de otras preguntas que le permitan avanzar en su proceso de investigación.

Indagación acoplada: es un tipo de indagación que combina elementos de las dos anteriores puesto que la pregunta investigable ha sido seleccionada por el docente, pero el estudiante es quien toma decisiones en torno a los métodos para buscar la solución.

Es importante señalar que si bien hay diversos tipos de indagación que le permitirán al estudiante desarrollar la capacidad reflexiva que se necesita en el proceso comparten unas características indispensables como lo afirman French y Russell (2002) y es que es importante pensarse a los estudiantes como científicos y que tienen una responsabilidad parcial en el desarrollo de habilidades que desarrollen la competencia de indagación, de manera que los conceptos detrás de un experimento deben poder ser deducidos por los estudiantes dentro de la sesión y donde finalmente los resultados que no sean congruentes con la hipótesis no se consideran como fracaso, sino como una oportunidad de repensar su razonamiento.

Considerando estos aspectos que siguen perdurando independientemente del tipo de indagación que se trabaje, es que se puede pensar que es posible potenciarlos desde el estudio de caso como estrategia ya que como se presenta en un apartado más adelante los momentos que se desarrollan en el método de casos llevan al estudiante a ponerse en camino de construir sus propias respuestas y por ende su conocimiento.

A pesar que como ya se ha mencionado, desarrollar y potenciar la competencia de indagación desde la escuela es un eje que debería ser primordial en la educación científica, es una de las competencias en la que los estudiantes han evidenciado tener una mayor cantidad de falencias, en muchas ocasiones para el docente se convierte en una tarea bastante compleja, tratar de fortalecerla desde el aula, puesto que la autoevaluación de lo que se realiza desde la enseñanza muchas veces no se da, por lo que se reproducen metodologías y patrones que se presentan como un obstáculo para la indagación.

Fortalecer la indagación como lo afirma la National Research Council en adelante NRC (como se citó en Reyes y Padilla, 2012) permite que los estudiantes desarrollen un proceso completo en el que describen objetos y fenómenos, son capaces de elaborar sus propias preguntas y construir explicaciones lógicas basadas en el conocimiento científico y una de las partes más importantes, tiene la plena capacidad de comunicar sus hallazgos a otros, sin embargo, se trata de llevar la competencia de indagación un paso más allá, que los estudiantes tengan la capacidad de identificar sus suposiciones, y utilizar el pensamiento crítico y lógico para así considerar explicaciones innovadoras y alternativas, esto de alguna manera garantiza el desarrollo de la comprensión de la ciencia al combinar el conocimiento científico con las habilidades de razonamiento y pensamiento. Todos estos elementos colocan al estudiante finalmente inmerso en un proceso activo que le impulsa a desarrollar una competencia mediado por otra serie de elementos que le brindan herramientas para mantener su atención, motivación e interés en la construcción de su propio conocimiento.

Trabajar la indagación entonces debe partir por la forma en la que la enseñanza de las ciencias concibe la indagación científica como lo señalan González et.al (2012) el término ha sido entendido de distintas formas como objetivo de aprendizaje o una metodología de enseñanza están entre las más comunes, a pesar que desde este ejercicio se toma como una competencia es importante reconocer otras visiones que se tienen del término para situar desde donde se está trabajando.

De esa forma, por ejemplo, Windschitl (como se citó en Gonzalez.et al, 2012) concibe la indagación científica como un proceso de planteamiento de preguntas, producción de hipótesis, diseño de metodologías, recolección y análisis de información que busca dar solución a un problema puntual. Esta definición como se evidencia es muy cercana a la que hoy en día persiste como parte de las competencias científicas establecidas por el Ministerio de Educación Nacional a través de los fundamentos para el área de ciencias naturales, sin embargo, este autor considera una idea muy importante y es que este proceso de indagación está presente tanto en el trabajo de generación del conocimiento científico estricto como en la generación del conocimiento científico escolar, esta idea tiene especial relevancia ya que en la mayoría de ocasiones no se distinguen estos dos tipos de

conocimiento y por ende lo que verdaderamente se está construyendo en el aula, tener esta claridad debería ser imprescindible para reconocer el tipo de indagación que estamos propiciando desde la escuela y las expectativas del punto al cual se quiere llegar con cada estrategia que se plantea para desarrollarla y fortalecerla.

La indagación entonces podríamos asegurar según lo expresado que estaría inmersa en una enseñanza centrada en el alumno siendo el docente un orientador de que a través de actividades que fomentan el desarrollo de competencias científicas propicia la construcción del conocimiento, sin embargo, “desde una perspectiva sociocultural, la indagación también puede entenderse como un *enfoque pedagógico*, es decir, una *orientación hacia la reflexión* en el proceso de enseñanza de las ciencias”, Abell, Smith y Volkmann (2006) donde se podría establecer que es el docente aquel que realiza el proceso de indagación produciendo una reflexión que posteriormente traslada a sus alumnos de forma que se produce una construcción conjunta de nuevas ideas.

5.2.1 Las Habilidades para Evaluar la Competencia de Indagación

Las habilidades para indagar o llegar a ese proceso de indagación ofrecen un panorama amplio que nos permite dirigir la mirada de manera específica a aquellas que debemos potenciar en función de la competencia, para la NRC (1996) recogía que algunas de las habilidades para desarrollar la competencia incluían: identificar preguntas y conceptos, diseñar y conducir investigaciones, utilizar tecnología apropiada, formular y revisar explicaciones y modelos, reconocer y analizar explicaciones y comunicar y defender un argumento.

Otros autores como Bybee (2004) reúne a partir de su planteamiento lo realizado en varias investigaciones indicando que las habilidades necesarias son: identificar preguntas, diseñar y conducir investigaciones, usar herramientas apropiadas, desarrollar descripciones y predicciones, pensar crítica y lógicamente, reconocer y analizar explicaciones, comunicar procedimientos y usar la matemática.

Khan (2007), además de las que habían nombrado otros autores anteriormente incluye la identificación de problemas, el uso de analogías, la representación de datos, la postulación de factores causales, evaluar la información, y compartir los resultados con otros.

Y unas de las autoras más cercanas como Barrera y Cristancho (2016) recogen también una serie de habilidades para desarrollar la competencia a partir del trabajo realizado por varias investigaciones, es así como concretan las que son necesarias en las siguientes: formula preguntas, describe observaciones, hace predicciones, selecciona información, diseña experimentos, reúne datos, elabora gráficos, tablas y cuadros, interpreta resultados, elabora conclusiones, soluciona el problema y comunica los resultados de proceso.

Con lo anterior es necesario considerar que las visiones de distintos los autores no están muy alejadas entre sí, por lo que de estos autores se reunieron un conjunto de 11 que se detallan en el apartado de la metodología y que se consideraron como elementos mínimos necesarios para el desarrollo de la competencia de indagación, compartiendo la visión con varios de los mencionados autores.

5.3 LAS CIENCIAS FORENSES Y SUS ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES

El contexto de las ciencias forenses entendido como un conjunto de disciplinas que apoyan la investigación de hechos delictivos, ha estado relacionado directamente a ámbitos profesionales como la medicina y el derecho, donde se utiliza ampliamente. Posee un lenguaje propio y especializado, este mundo tan cercano a la cotidianidad de los estudiantes, pero tan lejano en su comprensión para muchos es un escenario propicio que genera curiosidad y que se presenta como una excelente plataforma para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

A continuación, se exponen algunos de los términos sobre los cuales se hizo claridad durante el proceso

Ciencia forense. Se define como el conjunto de disciplinas que colaboran con la justicia en la investigación de todo tipo de hechos delictivos. Estas ciencias buscan comprender de

forma esencial qué pasó, cómo sucedió, cuándo tuvo lugar, dónde se realizaron los actos, por qué se hizo semejante cosa, entre otras interrogantes que se pueden plantear los especialistas al momento de llevar a cabo su trabajo o comenzar a ejercer sus funciones dentro del área donde se haya cometido el delito (Euroinnova, 2022).

Criminalística. Disciplina que aplica los conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el examen del material sensible significativo, relacionado con un presunto hecho delictuoso. Verifica su existencia o bien reconstruye o señala y precisa la intervención de uno o varios sujetos en el mismo. (Moreno, op. cit, pp 344-345).

Perito / peritaje. El perito forense es considerado un profesional de la más alta calidad y cualificación. Se trata básicamente de un experto que brinda todos sus conocimientos de su área de estudio, para ayudar en la investigación, aclarando un hecho en un proceso (C&P, 2019)

Balística forense Aplica los conocimientos, métodos y técnicas con el objeto de investigar con sus ramas: interior, exterior y de efectos los fenómenos, formas y mecanismos de hechos originados con armas de fuego cortas y largas portátiles.

Química forense. En esta especialidad se aplican todos los conocimientos y técnicas químicas, con el objeto de conocer la naturaleza de cualquier sustancia o elemento.

Genética forense. Los hallazgos forenses son cada vez más exigentes y hoy se requiere estudiar el ADN altamente degradado proveniente de la evidencia física, ya que las formas de muerte han evolucionado a tal punto que los actores de los delitos tienen como bandera no dejar rastro alguno eliminando evidencias que los vinculen a estos hechos.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el aporte al desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim de Nobsa Boyacá de la aplicación de una unidad didáctica basada en estudios de caso forenses.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Reconocer las características del estado inicial de la competencia de indagación en ciencias naturales en los estudiantes del Liceo Holcim.
2. Diseñar una unidad didáctica que aporte al desarrollo de la indagación en los estudiantes del Liceo Holcim basada en estudios de caso forense propuesta.
3. Analizar la evolución de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim una vez aplicada la unidad didáctica basada en estudios de caso forense propuesta.

7 METODOLOGÍA

En el siguiente apartado se relacionan los aspectos metodológicos de este proceso de investigación, se describe el tipo de investigación seleccionado, el contexto en el cual se aplica, la población objeto del estudio, así como el diseño metodológico, instrumentos e intervención didáctica que se implementó.

Se consideró la estructura de la unidad didáctica desarrollada con el fin de potenciar la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim.

7.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación planteada se determina desde el enfoque cualitativo entendiéndolo como lo afirma Sampieri, Fernández y Baptista (2014) como un proceso en el cual el planteamiento de interrogantes se da antes, durante y después de la recolección y análisis de los datos; por lo tanto, genera una movilización de conocimiento de manera permanente que favorece la reflexión y adaptación de cambios en la estrategia, otro aspecto por el que se selecciona el enfoque cualitativo para la investigación, es porque en este la acción indagatoria que es el eje vertebrador del trabajo se mueve de forma dinámica entre los “hechos” y su interpretación, por lo que resulta un proceso circular en el que pueden darse variaciones en su secuencia de trabajo, de esta forma el proceso a seguir no se da de manera estricta y no hay unos planteamientos tan específicos, sin embargo esto no desmerita el rigor que la investigación cualitativa supone.

Algunas características para destacar de la investigación cualitativa y que se ajustan al trabajo que se propone es que la teoría constituye una reflexión en y desde la práctica, desde lo observable y lo que se vivencia y partiendo de esa vivencia precisamente lo que se intenta es comprenderla, interpretarla y explicarla y a su vez transformarla buscando mejorarla, permite profundizar en diferentes aspectos lo que permite llevarla a un campo más amplio de análisis

7.2 CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El Liceo Holcim, es una institución educativa de carácter privado ubicada en el municipio de Nobsa, Boyacá, que funciona bajo el nombre de la Fundación Social de Holcim Colombia dentro de una de sus líneas de trabajo de responsabilidad social corporativa, el cual está enfocado a la educación de niños, niñas y adolescentes en pro de la innovación y el emprendimiento que se encuentran en el área de influencia de la planta principal de producción de cemento ubicada en el municipio de Nobsa.

Para el caso del Liceo Holcim se trabaja con estudiantes de básica secundaria y media, de grado sexto a once, con especialidad técnica en gestión ambiental y modelo pedagógico dialógico. Es la razón por la que se presenta como el contexto de aplicación de la unidad didáctica basada en estudios de caso forenses y que busca fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes, para ello se dispondrá de las sesiones de trabajo de las clases de química que componen una parte del área de ciencias naturales en la institución con el grado que se trabajó.

7.3 UNIDAD DE TRABAJO

De la población objeto de estudio, estudiantes del Liceo Holcim se seleccionó como unidad de trabajo el grado décimo de educación media que cuenta con 27 estudiantes matriculados para el año 2022, de estos se seleccionaron 12 estudiantes que participaron en la investigación de manera activa y que según criterio cumplieron con la aplicación en su totalidad de los instrumentos e intervención didáctica, oscilan en un rango de edad entre los 15-17 años, la muestra se seleccionó a conveniencia de la investigación para lo cual se tuvo en cuenta criterios como la facilidad de comunicación con el grupo, sesiones de las que se disponía para el desarrollo del proyecto, y la edad pertinente para trabajar las temáticas trabajadas en la unidad didáctica.

7.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Según la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de salud por medio de la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, esta investigación se clasifica como sin riesgo, ya que tal y como lo define allí “son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio”

En toda investigación con comunidades como se afirma en el capítulo II de la investigación en comunidades, artículo 18, el investigador principal deberá obtener la autorización de las autoridades de la comunidad a estudiar (Anexo, 1) y el consentimiento informado de los individuos que se incluyan en el estudio (Anexo 2), a partir del cual se les informan los aspectos relevantes de la investigación, como objetivos, procedimientos, resultados y tratamiento de datos.

Además, teniendo en cuenta la unidad de trabajo de este proyecto se debe considerar que en el capítulo III denominado de las investigaciones en menores de edad o discapacitados se especifica en el artículo 25 que el consentimiento informado debe estar firmado por el adulto que ejerza la patria potestad o representación legal de menor (Anexo).

7.5 DISEÑO METODOLÓGICO

Dentro del diseño metodológico adoptado para este proceso investigativo se plantea el diseño y aplicación de una unidad didáctica basada en estudios de caso forenses, para caracterizar el aporte de ésta al desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim, para llevar a cabo este proceso se formulan seis etapas comprendidas de la siguiente forma:

Etapa 1. Revisión documental y formulación de propuesta, fundamentación teórica acerca de los elementos básicos de estructura del proyecto y diseño de la unidad didáctica, selección de temáticas a trabajar y planteamiento de los estudios de caso que se incorporarán a la unidad didáctica.

Etapa 2. Diseño y validación de instrumentos, cuestionarios de pre-test y post-test que pretenden determinar los criterios de análisis de la competencia de indagación antes y después de la intervención didáctica.

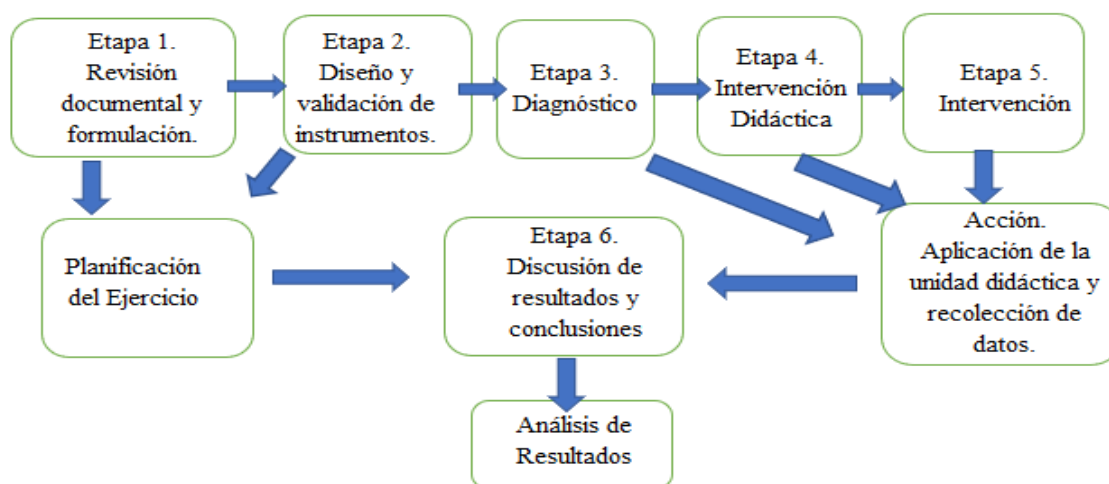
Etapa 3. Diagnóstico, aplicación del instrumento inicial para verificar el estado inicial de los criterios de la competencia de indagación en los estudiantes.

Etapa 4. Intervención didáctica, aplicación de la unidad didáctica diseñada con la población objeto de estudio.

Etapa 5. Evaluación, aplicación del instrumento final que permite la recolección de datos finales.

Etapa 6. Análisis de resultados y conclusiones, revisión de datos recolectados, análisis respecto al estado inicial y emisión de conclusiones de acuerdo con los objetivos planteados.

Figura 2. Diseño metodológico del proceso investigativo



7.6 MODELO DE INSTRUCCIÓN: UNIDAD DIDÁCTICA

Con el fin de fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim se plantea como forma de intervención didáctica en el aula, la aplicación de una unidad didáctica desarrollada a partir de estudios de caso forenses.

7.6.1 Fundamento Teórico

La unidad didáctica (UD) como lo afirma Álvarez (2013), tiene como propósito más allá de ser un elemento clave de trabajo dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje el generar un pensamiento crítico en un tema particular, que combine la formación en conceptos y los aprendizajes a partir de la utilidad de estos.

Las unidades didácticas han sido utilizadas en distintas áreas del conocimiento como lo sostiene Tamayo et al (2011), que para tomar distancia de los modelos tradicionales que condenan la educación a la transmisión del conocimiento y a tomar al estudiante como un sujeto pasivo cuya función es recibir el conocimiento, lo que se propende entonces es movilizar la educación a modelos donde el estudiante construya su conocimiento a partir de diversas estrategias como el modelo constructivista.

Sin embargo, para poder llevar a cabo el trabajo con unidades didácticas en el aula es necesario considerar los siguientes aspectos:

Tamayo et al. (2011) proponen que:

Al ser la enseñanza una actividad que involucra distintas entidades y no una actividad de transmisión de información, vemos la necesidad de abordar la educación de las ciencias desde una perspectiva constructivista y evolutiva, en la cual se integren aspectos tales como: la historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluyen las TIC y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite una evaluación formativa, la transformación del conocimiento del pensamiento inicial y final de los docentes y de los estudiantes (p. 106)

Es así como el modelo que se adoptó para elaborar la unidad didáctica es el propuesto por Tamayo et al (2011), está conformado por cinco componentes: ideas previas, historia y epistemología de la ciencia, múltiples modos semióticos y TIC, reflexión metacognitiva, y evolución conceptual.

7.6.2 Objetivos de la Unidad Didáctica

La unidad didáctica planteada desde los estudios de caso en ciencias forenses tiene como eje principal articular las asignaturas básicas de las ciencias naturales, biología, química y física con las ciencias forenses. Para dar cumplimiento a este eje principal se han formulado los siguientes objetivos:

- Promover el aprendizaje de temáticas propias de las asignaturas básicas de las ciencias naturales a través de los estudios de caso forenses.
- Potenciar la competencia de indagación de los estudiantes a través de la implementación de la unidad didáctica.
- Fomentar el uso del conocimiento científico en el análisis crítico de estudios de caso asociados a las ciencias forenses.

7.6.3 Estructura General de la Unidad Didáctica

La unidad está compuesta por 3 casos relacionados a situaciones forenses puntuales tales como: Suicidio, en el cual se enfatizó en aspectos de tipo biológico. Asesinato, enfatizado a los aspectos de orden químico y accidente aéreo enfocado a los aspectos de orden físico, cada uno de los casos cuenta con los 5 pasos de la estructura del estudio de caso. Dichos pasos estarán bajo los aspectos propios de construcción de la unidad didáctica como se menciona en la estructura de los casos y por encima de todo se valoraron los criterios de la competencia de indagación. Esta estructura está enmarcada en tres momentos: exploración, profundización y demostración.

7.6.4 Estructura de la Unidad Didáctica

Tamayo et al (2011) establece que, el modelo para diseñar las unidades didácticas debe involucrar cinco componentes fundamentales:

Ideas previas: Se deben considerar los conceptos que traen los estudiantes antes de adquirir un conocimiento más elaborado y con mayor fundamento científico.

Historia y epistemología de la ciencia: Para este componente partimos desde lo que afirman Tamayo et al. (2011) “la historia de la ciencia estudia los diferentes cambios y evolución del pensamiento científico en una trayectoria espacio-temporalmente dinámica de las teorías científicas. (...) la epistemología se entiende como el estudio del conocimiento científico frente al estudio el conocimiento común” (pp. 108-109). Este componente se hace importante dentro de la construcción de la unidad didáctica porque permite situar el conocimiento científico en un periodo de historia, con ciertas condiciones de pensamiento.

Múltiples modos semióticos y TIC: en este componente encontramos implícito el concepto de representación, para esto es necesario entender que todo lo que el ser humano tiene en su mente es factible de ser representado en gráficos, dibujos, escritos y toda forma de expresión posible, de manera entonces que cualquier cosa perceptible por medio de los órganos de los sentidos será sujeto de una representación mental para el individuo.

Metacognición: la metacognición se puede definir como el control, monitoreo, dominio y regulación que tiene el sujeto sobre sus propios procesos en el aprendizaje. Reconocer el proceso metacognitivo es lo que permite comprender los aprendizajes a lo largo del tiempo la adquisición, comprensión, retención y aplicación de los mismos (Álvarez, 2013).

Evolución conceptual: Reconocer la evolución conceptual como lo plantea Tamayo et al (2011) implicaría “dar respuesta a los siguientes interrogantes: ¿Cómo se produce la evolución conceptual de los estudiantes en el aula? y ¿Qué factores la favorecen?” (p. 130), al no ser preguntas a las que fácilmente encontramos respuesta es necesario considerar que

el docente está entonces en la obligación de garantizar la observación, identificación y cualificación de su propia práctica.

7.7 ESTUDIO DE CASO

En este trabajo se ha considerado el estudio de caso como una categoría de base para el planteamiento de la intervención didáctica, en este sentido no se considera como una simple herramienta metodológica sino como el componente innovador que busca darle norte al desarrollo de la competencia de indagación, los estudios de caso hacen parte del objetivo general al caracterizar los aportes que estos hacen al desarrollo de la competencia de indagación, además busca ser un punto diferencial de este trabajo con otros realizados como antecedente a lo que aquí se propone.

Para reconocer cómo se puede concebir el estudio de caso en la enseñanza es propio revisar algunas definiciones que se le han dado desde diversos puntos de vista:

Algunas visiones relativamente recientes y que resguardan parte de lo que los autores de antaño señalaban refieren aspectos más particulares de los casos como lo que plantea Velázquez (como se citó en Guiñez, Cornejo, Olguín y Ceballos, 2017), acerca de la estructura misma del caso que puede ser adaptado, construido o ficticio, la esencia se encuentra en no dejar de ser una compilación de acontecimientos o situaciones que resulten motivantes y estimulantes para el proceso de aprendizaje de los estudiantes, entre más cercano a la realidad se presente va a resultar más enriquecedor el ejercicio, esto se evidencia en aspectos cotidianos que el docente puede observar en el aula con regularidad, a los estudiantes les resultan más atractivos, videojuegos, series, películas entre otros materiales que tengan un componente de realidad elevado, les permite de una u otra forma conectarse con fragmentos de lo que sucede en su contexto por medio de materiales de fácil acceso y manipulación que manejan un lenguaje más cercano a su generación.

Es así como según lo afirmado por Revel (2013) los casos sugieren problemas y posibilitan la generación de interrogantes que permiten su análisis, resultan un elemento importante para abordar los contenidos que se pretenden trabajar a partir del mismo cuando se propicia

en el estudiante el desarrollo de destrezas como la formulación adecuada de preguntas la cual implica proceso de razonamiento y pensamiento de orden superior, esta cualidad es la que hace de los estudios de caso un elemento poderoso al momento de trabajar las competencias y el aprendizaje de las ciencias naturales colocando a docente y estudiante en una posición distinta en el aula de clases.

Dentro de la estructura que se propone para los estudios de caso se han propuesto innumerables posibilidades, es necesario tener en cuenta que el estudio de caso está ampliamente utilizado en áreas como la medicina, la psicología y la sociología, donde han sido empleados para el estudio de fenómenos clínicos y sociales puntuales, en el caso de la educación ha sucedido algo similar en términos de los fenómenos sociales que suceden en la escuela, sin embargo, en este caso, se pretende analizar directamente el papel de los estudios de caso en el fortalecimiento de una competencia por lo que se debe ubicar la forma de trabajarlos desde la enseñanza y sus bondades para el aprendizaje, una de las autoras que describe una metodología que concuerda con este planteamiento desde la enseñanza es Wasserman (2006) que afirma que el estudio de caso sigue unos elementos básicos a saber: grandes ideas, caso, interrogatorio y actividades de seguimiento que se detallan más adelante.

Este formato aplicado al trabajo con estudios de caso es accesible, comprensible y de fácil manejo para docentes y estudiantes, sin embargo, es necesario considerar aspectos como los que señalan Guíñez, Cornejo, Olguín y Ceballos (2017) acerca de las características que debería tener un buen estudio de caso considerando el componente verosímil o creíble en primer lugar, que sea motivante, estimulante de la curiosidad, puntual y con un lenguaje accesible evitando los tecnicismos y en un contexto que resulte cercano al estudiante lo cual convierte el aula en un verdadero “Laboratorio de exploración de la realidad”.

Otro aspecto importante a considerar es que investigar con estudios de caso involucra los pasos de la investigación educativa de enfoque cualitativo como lo señala Albert (como se citó en López, 2013) por lo que debe pasar por fases básicas que permitan la exploración, el reconocimiento y análisis de los contextos y sujetos que le permiten durante todo el proceso

la modificación de ideas iniciales, por lo que el estudio de casos si bien tiene unos criterios básicos a considerar se convierte en un planteamiento flexible a la hora de ser empleado en la enseñanza y el aprendizaje.

Ahora bien si consideramos los beneficios que trae el uso de los estudios de caso en la educación debemos rescatar lo señalado por Labrador, Andreu y González-Escrivá (como se citó en Guíñez, Cornejo, Olguín y Ceballos, 2017) quienes indican que los estudiantes mejoran significativamente sus habilidades en el uso y manejo que dan a la información de la que disponen, promueven el razonamiento lógico, la organización, la búsqueda de información, así como el análisis y evaluación que realizan de los datos, favorecen la capacidad de tomar decisiones y finalmente el desarrollo de conclusiones que sean útiles para el problema en cuestión. Si revisamos lo planteado podemos establecer que concuerda con las habilidades que se desarrollan dentro de la competencia de indagación, por esto podemos afirmar que los estudios de caso son un potente medio para fortalecerla.

Por otro lado, González (como se citó en Guíñez, Cornejo, Olguín y Ceballos, 2017), señala que también los estudios de caso favorecen aspectos como “exploración de soluciones, creatividad, trabajo en equipo, negociación, liderazgo, y otras actitudes y habilidades. Se incrementa la capacidad de toma de decisiones correctas, al aplicar los conocimientos que el estudiante ha adquirido y que son llevados a la práctica” lo anterior demuestra que el estudiante no asume una posición pasiva al respecto, por el contrario, su participación es activa tanto en el proceso de enseñanza como de aprendizaje. Involucrar al estudiante no solo como un receptor sino como un creador le permite realizar reflexiones metacognitivas de su proceso, lo cual promueve la autonomía en los alumnos que es un beneficio adicional y muy relevante.

Finalmente, y considerando que el proceso haya sido provechoso en la medida que se garantice el desarrollo de cada uno de estos momentos de la manera más completa posible, es indispensable realizar la reflexión sobre el proceso, con el fin de ajustar y mejorar continuamente en la estrategia para que cada vez el estudiante quede con más dudas lo cual es el motor esencial para que siga aprendiendo. Sin embargo, se debe considerar que para

que esto suceda, se debe enfrentar un reto muy complejo en la actualidad que es cambiar la cultura docente por una donde haya la disposición para satisfacer las demandas de la educación actual para esto y como lo afirman Pacheco, Diez, García y García (2009), se hace necesario no solo proponer cambios en las metodologías, adoptar nuevas formas de evaluación o buscar herramientas novedosas, es imprescindible cambiar la forma en cómo se concibe el docente y su papel en la construcción del conocimiento.

De acuerdo a lo anterior, utilizar los estudios de caso para muchos docentes resulta en un desafío complejo ya que ceder el control del aula y poner en manos del estudiante el curso de la sesión, resulta en una “pérdida de estatus” que no muchos docentes están dispuestos a reconocer como oportunidad para transformar las prácticas educativas, este es un ejemplo entre otros aspectos relacionados a las actitudes, valores y concepciones que los docentes deben tratar de modificar a partir de sus procesos reflexivos.

7.7.1 Estudios de Caso Desde las Ciencias Forenses

Contextualizar el conocimiento científico escolar es una misión fundamental para mantener activa la motivación e interés de los estudiantes, llevar a la cotidianidad y la aplicabilidad el conocimiento del aula le permite tener claridades respecto a los contenidos propios de las ciencias en su medio y por el contrario alejarse de visiones distantes, escépticas y complejas de las ciencias.

Los estudios de caso forenses están relacionados a disciplinas como la medicina, la psicología, la sociología y las áreas de ciencias básicas entre otras, sin embargo, son casos de estudio particular de las disciplinas, por lo que no se encontraron resultados de estudios de caso forenses aplicados a la educación.

Un ejemplo que puede explorarse de manera interdisciplinaria en la enseñanza de las ciencias naturales, como lo afirman Rodríguez y Antedomenico (2010), son los programas que trabajan la pericia criminal como un elemento de integración, películas de corte policiaco como Sherlock Holmes, series de televisión como CSI, canales de televisión dedicados a la temática como Discovery Investigación y juegos como Criminal Case.

7.7.2 Estructura del Estudio de Caso

Si bien enseñar a partir de estudios de caso tiene diversas variaciones en lo que a su enfoque respecta es necesario considerar que para que la enseñanza se dé, de manera efectiva es preciso mantener una estructura mínima en este caso están orientados al enfoque de base en las ciencias forenses.

De acuerdo con Wasserman (2006), se deben retomar dentro de la estructura de los casos cinco elementos fundamentales: grandes ideas, historia, interrogatorio, seguimiento y conclusiones, como se explica a continuación.

Grandes ideas: Son ideas complejas construidas a partir de afirmaciones que están directamente centradas sobre los aspectos puntuales sobre los que trabajara el caso, las ideas conceptuales sobre las que se afianzará todo el proceso de análisis, si bien pueden darse de manera interna como notas para el docente, en este caso se utilizará como el medio para explorar las preconcepciones de los estudiantes, de manera que, estén ligadas al primer elemento de la construcción de la unidad didáctica.

Historia (caso): el cuerpo del caso o historia es el relato de los hechos que rodean el caso, parte de una historia llamativa, emotiva y muchas veces conmovedora que pasa por reconocer unos personajes, una situación e indispensablemente un dilema que pone al estudiante en contexto de su función dentro del caso. Este elemento está relacionado a la construcción de la unidad didáctica como lo son la historia y epistemología de los conceptos identificados en las grandes ideas y el cuerpo del caso.

Interrogatorio (Preguntas críticas): las preguntas críticas o interrogatorio ayuda a examinar dentro del proceso las ideas importantes las nociones y problemas relacionados con el caso, la redacción propia de estas preguntas permite que el estudiante haga una reflexión sobre los problemas y conlleva precisamente a la aplicación de sus conocimientos en este examen de ideas.

Seguimiento (Actividades de seguimiento): El objetivo del interrogatorio es incentivar la necesidad del estudiante de saber más de esta forma se sugiere a partir de otros materiales como videos, libros, artículos, gráficas, tablas, juegos de roles, entre otros, ampliar el conocimiento sobre el caso, lo que permite ampliar el discurso que el estudiante va construyendo sobre la estructura del caso. En tal sentido, se toman reflexiones metacognitivas que el estudiante puede realizar a este punto del proceso ¿Qué tiene?, ¿Qué le hace falta? ¿Qué puede mejorar, complementar o cambiar? ¿Dónde todavía hay dificultad?

Conclusiones: Finalmente el punto al cual llega un caso forense es el dictamen pericial o conclusión científica de lo sucedido, de esta forma los estudiantes a partir de la valoración del proceso completo adelantado a este momento

proponen su propio dictamen o conclusiones, les permite fortalecer habilidades como la comunicación de resultados e ideas de forma eficaz y de un modo más crítico. Esto con fundamento científico más organizado, apropiado y puntual.

7.8 UNIDAD DE ANÁLISIS

Dentro de los criterios para valorar la competencia de indagación a partir de la literatura consultada y expuesta en los referentes teóricos a partir de autores como Bybee (2004), Khan (2007), o incluso la recopilación que hace Barrera y Cristancho (2017) hacen referencia a potenciar un conjunto de habilidades que permiten desarrollar la competencia efectivamente, a partir de estos referentes se sintetizó un conjunto de 11 subcategorías que se relacionan a continuación, la descripción que se recoge en la tabla permitió tener un referente para determinar el aporte al desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes:

Tabla 1. Descripción de las unidades de análisis, indagación

Categoría	Subcategorías	Descripción
Competencia científica Indagación	Fórmula preguntas	Plantea preguntas que le permiten recoger elementos importantes para la indagación.
	Describe observaciones	Describe lo que observa de manera detallada haciendo especial énfasis en aspectos de relevancia propios del caso.
	Plantea predicciones	A partir de sus observaciones propone hipótesis y predicciones que determinan los pasos a seguir en la indagación.
	Selecciona información	Clasifica y ordena información relevante que le permite dar solución a los cuestionamientos planteados.
	Diseña metodologías	Elabora metodologías que le facilitan comprobar o descartar hipótesis planteadas.
	Recolecta datos	Utiliza herramientas según la metodología diseñada para la recolección de datos.
	Elabora representaciones	Organiza datos y los representa por medio de tablas, gráficos, estadísticas, entre otras herramientas.
	Interpreta resultados	Analiza las representaciones de datos obtenidos, compara y comprende.
	Elabora conclusiones	Plantea conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos.
	Soluciona problemas	Elabora soluciones a partir de la recopilación de los pasos anteriores utilizando el conocimiento científico.
	Comunica resultados	Pone en conocimiento de sus semejantes los elementos principales de solución al caso planteado.

7.9 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para llevar a cabo la recolección de la información se utilizaron cuestionarios de intervención, los cuales permitieron la aplicación de los mismos a los estudiantes, permitiendo dar cumplimiento a los objetivos planteados.

Diagnóstico y evaluación

Se aplicó un instrumento inicial y final que permite realizar un ejercicio diagnóstico y de valoración posterior a la intervención del proceso, el cual fue validado a través de la consulta con distintos profesionales, colegas que evaluaron su pertinencia de acuerdo a los objetivos propuestos, el instrumento consta de un enunciado de un caso forense tomado y adaptado del artículo “Aprendiendo a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal” a partir del cual se plantean 11 preguntas, cada una de las cuales se encuentran vinculadas a las correspondientes subcategorías a analizar en la competencia de indagación anteriormente descritos.

7.9.1 Análisis de la Información

Para el análisis de los cuestionarios y los momentos de la unidad didáctica se utilizará el programa Atlas Ti ya que permite segmentar datos en unidades de significado; codificar datos y construir teoría relacionando conceptos, categorías y temas. Facilitando la interpretación de los datos recolectados en el desarrollo de las actividades propuestas, mediante la elaboración de nubes de palabras que se analizará posteriormente.

Otra estrategia de análisis a utilizar es la propuesta por Cisterna, (2005) que es la triangulación de la información entendida como el cruce dialéctico de información que es pertinente al objeto de estudio. Esta información se obtiene de los instrumentos de recolección aplicados en el desarrollo del ejercicio investigativo, para realizar la triangulación se tienen en cuenta los siguientes pasos: selección de la información, triangular la información de cada estamento y seguidamente entre todos los estamentos

investigados, por último, se triangula la información entre otros instrumentos y con el marco teórico.

Selección de información: se pretende seleccionar la información de lo que es necesario para la investigación, de acuerdo a dos criterios la pertinencia y la relevancia, la primera permite tomar en cuenta aquello que se relaciona directamente con el objetivo de la investigación, la segunda se relaciona con aquello que es lo más importante para el objetivo.

Triangulación por estamento: permite establecer conclusiones por agrupación de respuestas, teniendo en cuenta tendencias, coincidencias o diferencias, en cada uno de los instrumentos aplicados, así como las categorías y subcategorías de la investigación.

Triangulación entre estamentos: Permite establecer relaciones de comparación entre los distintos actores en función de los temas investigados, esta triangulación se puede realizar de manera general y específica, según se necesite revisar aspectos más particulares.

Triangulación entre fuentes de información: este proceso facilita integrar los resultados obtenidos de la triangulación por estamentos, con las fuentes de información que pertenecen a los distintos instrumentos aplicados durante la intervención.

Triangulación con el marco teórico: facilita la acción de revisión de la literatura especializada, actualizada y pertinente, sobre la temática, que permite establecer una discusión bibliográfica con resultados nuevos y reflexivos.

8 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos de las etapas de diagnóstico, intervención didáctica y evaluación, que corresponden al análisis del desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes del grado décimo del Liceo Holcim y la interpretación correspondiente de las subcategorías analizadas en los instrumentos aplicados.

8.1 RESULTADOS DE LA ETAPA DIAGNÓSTICA (INSTRUMENTO INICIAL)

Objetivo Específico 1. Reconocer las características del estado inicial de la competencia de indagación en ciencias naturales en los estudiantes del Liceo Holcim.

En la etapa de diagnóstico se implementó un instrumento inicial conformado por un enunciado referido a una relato forense y 11 preguntas relacionadas a cada una de las subcategorías planteadas para el análisis sobre la categoría de indagación. Este instrumento tuvo como finalidad conocer las ideas previas y analizar el estado inicial de la competencia de indagación y las subcategorías que le subyacen.

Figura 3. Nube de Palabras Etapa diagnóstica (instrumento inicial)



Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: cuestionario aplicado a estudiantes.

Con respecto a los resultados obtenidos en la etapa diagnóstica, como se representa en la nube de palabras de la figura es necesario resaltar términos con una alta frecuencia en las respuestas de los estudiantes como víctima, escena, caso, datos, persona, Robinson, que se traducen en palabras clave para el desarrollo del caso, se destaca que si bien los estudiantes conocen algunos términos relacionados a las ciencias forenses esto incluso debido al trabajo desarrollado en otros espacios y actividades que han involucrado la temática en la institución, no tienen una claridad suficiente frente a su uso y el contexto.

La alta frecuencia de palabras diversas hace alusión a la gran cantidad de respuestas de distintos orígenes, muchas veces desligados del contexto de trabajo que aportaron los estudiantes, destacan subcategorías como el planteamiento de predicciones y la interpretación de resultados con un sin número de opciones dadas por los estudiantes con detalles basados en alteraciones de las evidencias o suposiciones sin ningún fundamento respecto a la situación planteada, como se especifica en el análisis puntual de las subcategorías que se presenta más adelante.

Tabla 2. Lista de frecuencia de palabras instrumento inicial

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
a		a		a	
				Investigación	
Víctima	69	Personas	13	n	12
Escena	39	Homicida	12	Pareja	12
Robinson	37	Indagaciones	12	Amigo	11
Caso	36	Psicológico	12	Crimen	11
Cuerpo	26	Recolectada	12	Lugar	11
Persona	26	Justicia	8	Identificado	10
Teléfono	24	Entrevistas	8	Llamada	10
Momento	23	Sentimental	8	Cámaras	10
Arma	22	Mesa	8	técnicos	7
Muerte	21	Puerta	8	testimonio	7

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
	a		a		a
Evidencias	21	Testimonios	8	viernes	7
		Interrogatorio			
Causas	19	s	7	violencia	7
Disparo	19	Lucha	7	vivienda	7
Casa	18	Fumar	7	testigo	7
Huellas	17	policiales	7		
Alguien	15	rastro	7		
Razones	14	rencor	7		
Vino, alcohol	14	señales	7		
Violentas	13	sospechoso	7		
Información	13	Hora	12		

Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

8.2 RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA (APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA)

La intervención didáctica inicia con la presentación del instrumento a los estudiantes haciendo hincapié en los objetivos, estructura y metodología de trabajo para los casos. En primer lugar, se realiza una fase de inducción y reconocimiento de concepciones básicas respecto a algunos términos forenses, en función de lo anterior se desarrolló un ejercicio de lectura, diálogo y socialización, donde los estudiantes asumieron la comprensión a partir del referente teórico de un concepto relacionado a las ciencias forenses y a la terminología de esta ciencia de estudio, en el ejercicio surgieron una serie de concepciones algunas muy cercanas otras un tanto alejadas de lo que representan cada uno de los términos, realizando las aclaraciones pertinentes para la comprensión efectiva de los términos y por lo tanto de la lectura de los casos posteriores.

Posterior a la actividad de introducción se inicia con la aplicación y desarrollo de los 3 estudios de caso planteados y desarrollados en 3 momentos: exploración, profundización y

Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

Dentro de los resultados para este caso se representa en la Figura 4 la nube de palabras encontradas con mayor frecuencia dentro de las respuestas de los estudiantes, aquellas resaltadas en mayor tamaño como suicidio, víctima, evidencia, depresión, analizar, muerte, cuerpo, disparo, hacen referencia a los términos utilizados en todas las respuestas donde podemos evidenciar un manejo de terminología forense y anatómica como por ejemplo: occiso, proyectil, etiología, región temporal, autopsia, huellas, indicios entre otras.

En relación a los términos utilizados considerando que la metodología de trabajo con los casos fue el diálogo y análisis grupal del caso se destacan respuestas más concisas donde se emplean términos forenses trabajados en la sesión de introducción y una alusión más directa al desarrollo de las subcategorías tal y como se plantea que realicen su contribución a la competencia, es igualmente evidente las relaciones de conceptos empleados para referirse a términos de causalidad, consecuencias, hipótesis y la valoración que se hace de la evidencia presente en el caso, los procedimientos utilizados para determinarlas y la interpretación con la que se le da luz al posible dictamen del caso, de manera oral en los estudiantes, es más clara la comprensión de términos y relaciones establecidas.

Tabla 3 Lista de frecuencia de Palabras Caso 1

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
Suicidio / Terminar Vida	52	Derecha	15
Víctima	27	Analizar	14
Juez / Forense	26	Atípico	14
Orificios	26	Caso	14
Asesinato / Homicidio	24	Comportamiento	14
Causante / Ocasionó	24	Indagación	14
Depresión/Antecedentes	23	Indicios	14
Arma de fuego	22	Lucha	14
Sangre / Salpicaduras	22	Pólvora	14
Autopsia	21	Observar	13
Fallecimiento	21	Temporal / Sien	13

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
Hipótesis / Posibilidad	21	Balística	12
Occiso	21	Conclusión	12
Resultados	21	Proyectil	12
Provocada / Causa	18	Deduce	9
Evidencias	17	Escena	9
Lesiones	17	Intentos	9
Pruebas / Probatorios	17	Relacionados	9
Disparos	16	Escritas	8
Planeado	16	Coincidían	7
Señales	16	Decisión	7

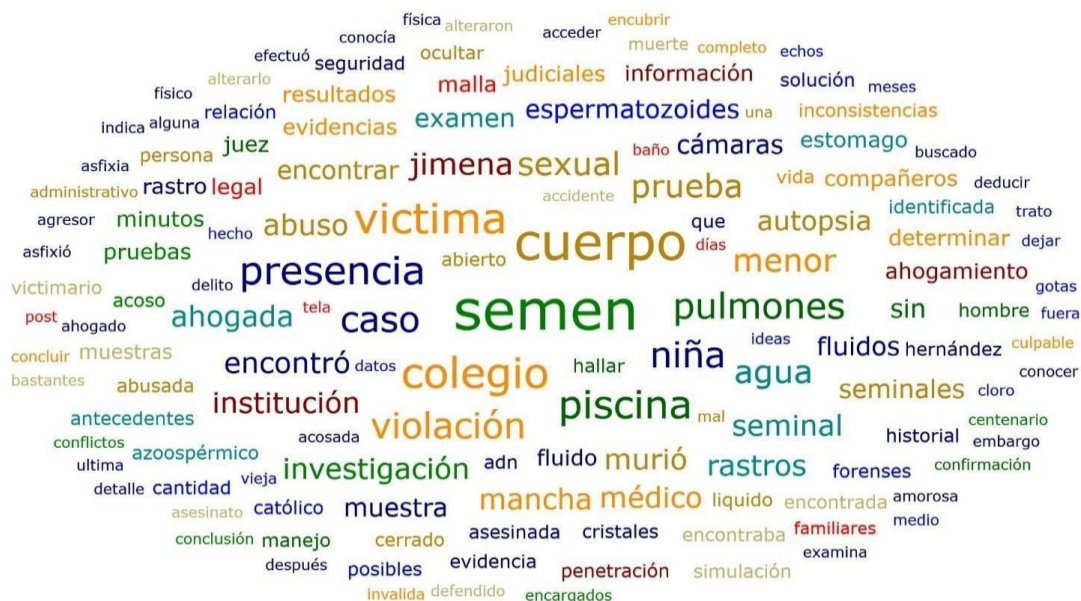
Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

En la tabla 3, aparece la frecuencia de las palabras analizadas para este primer caso, se establecen relaciones sobre las cuales se analizan las subcategorías de análisis propuestas en los distintos momentos.

8.2.2 Resultados Caso 2: El Caso Jimena Hernández

Respecto al segundo caso denominado: El caso de Jimena Hernández, estaba enfocado a trabajar aspectos de orden químico a través del análisis de las reacciones y pruebas de origen químico que se pueden trabajar en un caso para llegar a su esclarecimiento, sin embargo, el énfasis está dado al trabajo en las habilidades necesarias para desarrollar la competencia de indagación. El caso desarrollado está relacionado a un homicidio realizado en un contexto de violación las grandes ideas que se pretenden trabajar a partir del caso son aparato reproductor, ADN, Identificación de compuestos químicos y principios en las pruebas químicas forenses.

Figura 5. Nube de Palabras Caso 2



Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

En la nube de palabras resaltan términos con una mayor frecuencia en las respuestas de los estudiantes como semen, cuerpo, víctima, cuerpo, presencia, colegio, piscina, autopsia, juez, prueba entre otras, que recogen situaciones causales y circunstanciales de modo tiempo y lugar de los hechos colocadas en la mayoría de las respuestas se hacen relaciones efectivas entre causa-consecuencia, evidencia e indicio, la prueba y su interpretación, asegurado en la mayoría de las respuestas del caso, es de anotar que el ejercicio permitió indagación respecto a algunos aspectos propios de las ciencias naturales sobre los cuales se trabajó explicación en las sesiones para lograr respuestas más completas.

Tabla 4. Lista de Palabras Caso 2

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
Asesinato/Homicidio/			
Ahogamiento	36	Presencia	16
Violación	32	Resultados	16
Pulmones	29	Acosada / Acoso	14

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
Cuerpo	28	Agresor	14
Semen	28	Caso	14
Ahogamiento/Ahogada	26	Concluir	14
Colegio	25	Escena	14
Evidencias	24	Investigaciones	14
Mancha	24	Niña	14
Piscina	24	Rastros	14
Abuso / Abusada	23	Relacionados	14
Seminal	23	Encubrir	13
Fluidos	21	Inconsistencias	13
Sexual	21	Médico	12
Pruebas	19	Negligencia	12
Víctima	19	Recolectada	11
espermatozoides	18	Forense	10
Malla	18	Antecedentes	9
Murió	18	Azoospermico	9
Acceder	17	Cerrado	9
Autopsia	17	Cloro	9
Muestra	17	Compañeros	9

Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

En la tabla anterior se presenta la presencia en la nube de palabras que se relacionan con las subcategorías que corresponden a las mismas como se analiza a continuación:

8.2.3 Resultados Caso 3: Muerte en exhibición aérea

El caso 3 de la unidad didáctica denominado Muerte en exhibición aérea hace énfasis en aspectos de orden físico que pretenden analizar las implicaciones del uso de diferentes materiales, las fuerzas implicadas y las condiciones físicas bajo las que se produjo el caso, las grandes ideas que se trabajaron a partir del caso fueron Leyes de Newton, fuerzas y resistencia de materiales, se aprovechó que el caso trabajado era un tanto conocido para los

Tabla 5. Lista de Palabras Caso 3

Palabras	Frecuencia	Palabras	Frecuencia	Palabras	Frecuencia
Cuerdas / Soga	84	Accidente	21	Material	12
Maniobra (s)	73	Feria de las Flores	21	Paracaídas	12
Militar/Uniformado/ Suboficial	63	Cadena	18	Verificación	12
Cadena / Custodia	46	Complicidad	18	Clima	11
Helicóptero	45	Evidencias	18	Extraño	10
Audios/Videos/Fotos	44	Muerte	18	Autopsia	9
Pruebas	42	Protocolo	18	Caída	9
Desgaste	36	Descarta	17	Desprendimiento	9
Resistencia/Resistente	33	Registros	16	Fricción	9
Doloso / Homicidio	32	Externo	15	Huellas	9
Causa / Causante	31	Colgados	14	Interferencia	8
Hipótesis	27	Contundentes	14	Caja	7
Aérea	26	Huellas Dactilar	14	Fabricación	7
Reconocimiento/Previo	26	Investigación	14	Forense	7
Calidad	24	Medellín	14	Negligencia	7
Conclusión	24	Provocó	14	Garantiza	6
Exhibición	23	Pies	14	Indagación	6
Realizan	23	Vuelo	14	Logística	6
Deducir	22	Ruptura	13	Víctimas	6
Homicidio	22	Dictamen	12		

Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

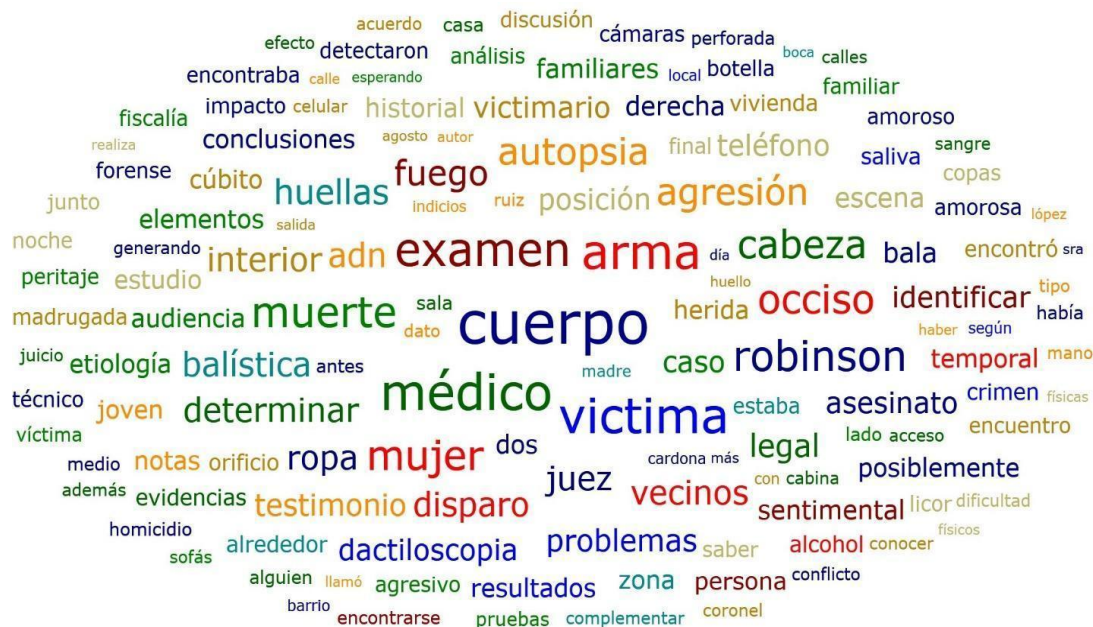
Según la nube de palabras y la tabla de frecuencia anteriores se establece que hay un desarrollo importante de la competencia de indagación, que se evidencia en respuestas más completas frente a cada una de las subcategorías estudiadas como se analiza a continuación.

8.3 RESULTADOS DE LA ETAPA DE EVALUACIÓN

Objetivo Específico 3. Analizar la evolución de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim una vez aplicada la unidad didáctica basada en estudios de caso forense propuesta

Finalmente, en la etapa de evaluación se retomó el instrumento utilizado en el momento diagnóstico con el fin de comparar los resultados al respecto de la misma situación criminal planteada, cuenta con el mismo número de preguntas relacionadas a las subcategorías estudiadas.

Figura 7. Nube de Palabras Cuestionario Final



Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

especto a la nube de palabras para el ejercicio de cierre se logra evidenciar el aumento significativo del número de palabras relacionadas a las respuestas de los estudiantes, lo cual representa la riqueza de vocabulario que se logró adoptar desde cada uno de los casos trabajados y los ejercicios desarrollados, se resalta igualmente respuestas más completas respecto al ejercicio diagnóstico, se destacan palabras como cuerpo, examen, medico, arma, víctima, balística, dactiloscopia, autopsia, agresión entre otras, como las palabras con altas frecuencias que se emplean en la gran mayoría de respuestas dadas por los estudiantes.

Tabla 6 Lista de Palabras Cuestionario Final

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
a	a	a	a	a	a
Cuerpo	46	Identificar	16	Rastro	9
Médico	37	Posición	16	Mañana	9
Víctima	36	Teléfono	16	Agresivo	8
Arma	35	Victimario	16	Amorosa	8
Examen	33	Psicológicos	16	Amoroso	8
Muerte	29	Utilizada	16	Análisis	8
Robinson	29	Información	16	antecedente s	8
indicios	29	Fallecimiento	15	Botella	8
Mujer	28	Bala	14	Cámaras	8
Occiso	27	Escena	14	Copas	8
Cabeza	26	Investigación	14	Detectaron	8
agresión	24	probablement e	14	Discusión	8
autopsia	24	Derecha	13	encontraba	8
Fuego	22	Familiares	13	Encuentro	8
Huellas	21	Historial	13	Estaba	8
ADN	20	Sentimental	13	Evidencia	8
balística	20	Psicológica	13	Familiar	8
determinar	20	Audiencia	12	Final	8
Disparo	20	Cúbito	12	Fiscalía	8

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
	a		a		a
Interior	20	Estudio	12	Forense	8
Juez	20	Etiología	12	Impacto	8
Ropa	20	Herida	12	Policía	8
Vecinos	20	Joven	12	Licor	8
toxicología	19	Notas	12	madrugada	8
Legal	18	Posiblemente	12	Noche	8
Rastros	18	Resultados	12	observación	8
problemas	17	Temporal	12	Peritaje	8
testimonio	17	Zona	12	Saber	8
relación	17	Judiciales	12	Técnico	8
Cráneo	17	Pertinentes	12	Hora	8
asesinato	16	Sospechoso	12		
Caso	16	Indagaciones	12		
dactiloscopia	16	Goteo	9		

Nota: Elaboración propia mediante software Atlas ti. Fuente: Entrevistas a estudiantes.

La frecuencia de palabras encontradas en la tabla corresponde a varios de los términos ampliamente utilizados para explicar las subcategorías por las que se indaga en el cuestionario final, cabe aclarar que respecto a la etapa diagnóstica donde se empleó el mismo instrumento, para esta etapa se representa una riqueza de vocabulario apropiado para la finalización de la intervención didáctica.

8.4 ANÁLISIS DE LAS SUBCATEGORÍAS

Considerando los resultados obtenidos para las subcategorías en el diagnóstico, la intervención didáctica y la evaluación final se resalta la triangulación de estas etapas y los referentes teóricos.

8.4.1 Formula Preguntas

Subcategoría donde se planteó la siguiente pregunta para cada uno de los instrumentos utilizados. Si tuviera la oportunidad de entrevistarse con los encargados del levantamiento de la escena ¿Qué preguntas les formularía y cuales le surgen a usted a partir del relato? A partir del análisis de las respuestas obtenidas para una primera etapa de diagnóstico, se encontraron en relación a las palabras destacadas en la nube respuestas que como se evidencia muchas de las preguntas surgen sin destinatario claro, sin contexto, sin estructura o son irrelevantes para lo que se propone, bien sea por el momento de la investigación que sería preliminar a este punto o porque los datos por los que se cuestiona ya aparecen en el relato del cual se parte, lo cual implica fallas en la comprensión de la lectura del mismo, esto está en contravención con lo que señalan autores como la NRC (1996) que plantea que el identificar preguntas y conceptos así como plantearlos, implica que dichas preguntas guíen las investigaciones de los estudiantes formulen una hipótesis probable y un planteen un diseño experimental apropiado para ser empleado.

Tabla 7. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría formulación de preguntas

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E12 “¿Cómo ocurrió la muerte de la víctima?”
Caso 1	E1 “¿Por qué si se encontró un arma no se priorizo el seguimiento al signo de Taylor con el óxido nítrico? ...”
Caso 2	E5 “¿Se encontraron otras pruebas además del fluido seminal que indicaran la presencia de otra persona en la escena del crimen?”
Caso 3	E1 “¿Por qué la maniobra se hizo sin línea de vida? ¿Cómo estaba la cuerda antes de la maniobra? ¿Cuánto resiste la cuerda?”
Evaluación	E3 “¿En qué condiciones físicas se encontró el cuerpo? ¿Qué elementos importantes se encontraron alrededor del occiso?”

Nota: Elaboración propia

Respecto a la etapa de intervención didáctica en los tres casos donde se evidencia que los estudiantes consideran un poco más los datos proporcionados en la lectura para formular preguntas relevantes y más estructuradas frente a las necesidades del caso, también se aprecia el uso de terminologías más especializadas para referirse a ciertos aspectos de orden biológico hay un planteamiento de preguntas más conscientes y elaboradas respecto a la utilidad que tienen para el caso distinguiendo aquellas que son relevantes para esclarecer el caso de aquellas que no lo son las respuestas dan cuenta del uso de las grandes ideas para guiar la construcción de las preguntas, así como la identificación de elementos indispensables para el caso.

Considerando los resultados obtenidos, se puede llegar a establecer que los estudiantes han mejorado el planteamiento de preguntas recogiendo aquellas que son importantes para el proceso de indagación del caso y la estructura fundamental para plantear preguntas acertadas cumpliendo con el objetivo de la subcategoría: Plantear preguntas que le permitan recoger elementos importantes para la indagación.

8.4.2 Describe Observaciones

Para esta subcategoría donde se planteó la pregunta: Imagine que está usted frente a la escena del crimen ¿Cómo complementaría usted las observaciones realizadas por el policía acerca de la escena? Se encontraron respuestas que reflejan lo observable de la imagen que acompaña la pregunta, dónde es para destacar la importancia que se les da a algunos objetos como las copas y las condiciones de la escena, el nivel de detalle es básico quedándose en lo evidente a simple vista sin hacer observaciones muy detalladas.

Tabla 8. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría describe observaciones

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E3 “Yo complementarí que hay un teléfono descolgado, hay dos copas de trago y una botella de cerveza. El señor Robinson se encuentra en pantaloneta, se encuentra una caja de cigarrillos sobre la mesa”
Caso 1	E3 “Qué utensilios se encontraban a parte del arma de fuego con los que se pudiera atentar con la vida... que otras heridas o impactos tenía la víctima...”
Caso 2	E5 “Cual era el estado de la ropa de la víctima, si existían cámaras de seguridad que mostraran a la víctima, datos sobre el levantamiento y la cadena de custodia, si el cuerpo de la víctima tenía signos de maltrato como moretones o golpes, datos sobre las personas cercanas a la víctima”
Caso 3	E3 “Considero que hace falta datos sobre las condiciones en las que se encontraba la sogá, que agente externo en el aire puede causar una ruptura de dicha cuerda y también qué peso total abarcaban los dos uniformados en el vuelo”
Evaluación	E5 “Se encontraron dos copas sobre la mesa. El teléfono se encontró descolgado. La víctima se encontraba en ropa cómoda. La lateral izquierda de la víctima está en dirección al teléfono”

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto para el momento de diagnóstico las respuestas van más allá considerando los detalles pero realizando afirmaciones sin ningún fundamento científico o basada en la evidencia, donde podemos apreciar la incomprensión de lo que solicita la pregunta, estas respuestas evidencian la poca concordancia con el planteamiento de la NRC (1996) que supone que diseñar y conducir investigaciones científicas debe hacerse haciendo uso de conceptos claros y bien definidos, que impliquen que los estudiantes deban buscar pruebas, aplicar la lógica, poner a prueba sus hipótesis y construir un argumento para dar explicaciones, de manera que alcanzar este nivel de desarrollo de esta subcategoría implica hacer observaciones conscientes y detalladas.

En el caso de la intervención didáctica toma relevancia según las respuestas obtenidas los datos que incluyen valores numéricos, posiciones anatómicas, antecedentes, rutinas entre otros, que destacan la importancia de la información a conocer, sin embargo y a pesar que una gran mayoría mostró interés por datos esencialmente necesarios para el caso, otros estudiantes aún sin una comprensión clara, destacaron ideas que aparecían dentro del relato, lo que evidencia falta de lectura y comprensión de la pregunta. Dentro de los aspectos a destacar están las respuestas que incluyen los elementos básicos circunstanciales de modo y lugar del caso, así como las evidencias e indicios importantes que se encontraron en la escena la gran mayoría identifica los aspectos fundamentales como por ejemplo en el tercer caso donde es evidente que se resalta la importancia de los datos físicos propios del caso para avanzar en la investigación.

Finalmente, para la subcategoría describe observaciones que implican desde lo que se propone en la literatura, describir lo que observa de manera detallada haciendo especial énfasis en aspectos de relevancia propios del caso, se puede concluir que se logró mejorar la competencia alcanzando respuestas más detalladas a partir de la información dada y las imágenes proporcionadas considerando la concordancia con el planteamiento del autor al respecto de lo que propone a la subcategoría.

8.4.3 Plantea Predicciones

Al respecto de esta subcategoría se encontraron respuestas divididas algunas muy aterrizadas desde las observaciones, datos y evidencias que se presentan en el relato y la imagen algunas recogen datos y realizan suposiciones más allá a partir de la simple observación y otras resaltan suposiciones alejadas de la realidad sin considerar evidencias para hacer afirmaciones lo cual se ajusta a lo que sucede con la subcategoría anterior.

Tabla 9. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría plantea predicciones

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E11 “La víctima no se encontraba solo antes de morir por lo que se observan dos copas, considero que el que lo mató fue el vecino ya que se observa que se utilizó el teléfono y la llamada la realizo fue el vecino”
Caso 1	E12 “La víctima realizo una autolisis debido a que no se encuentran evidencias o signos de pelea además de que en las manos de la víctima se encuentra partículas de pólvora los que prueba los tres disparos en el cuerpo de la víctima, uno en la sien derecha, otro en el temporal derecho y el último en la nuca el cual fue el causante a la etiología de la muerte”
Caso 2	E9 “Era un día común y corriente en el colegio y Jimena después de su clase de natación fue a cambiarse, pero antes de que lo pudiera hacer un individuo hasta el momento no identificado abusó de ella, la asfixió con un elemento indeterminado y para no levantar sospechas la arrojó a la piscina, para que cuando la encontraran, la primera impresión dejara en claro que ella murió ahogada”
Caso 3	E6 “Planteó que el estado en el que estaba la cuerda no era óptimo, que la misma pudo haber sido guardada por mucho tiempo y en el momento en que se hizo el análisis técnico de la cuerda, este no fue realizado correctamente por lo que sería el principal factor de que los dos militares no contaran con una seguridad mínima”
Evaluación	E7 “El hombre tuvo un encuentro con una persona de confianza debido a como estaba vestido, luego de esto hay una discusión y lo amenazaron con un arma de fuego e intentó marcar por teléfono a pedir ayuda, pero en ese momento le dispararon”

Nota: Elaboración propia

Respecto a la etapa diagnóstica, es evidente el planteamiento que falta a las observaciones realizadas de la escena careciendo de fundamento sólido para poder sostenerse. A partir de las respuestas encontradas en el momento de la intervención didáctica y como se evidencia con los ejemplos tomados en la tabla, se encontró un avance progresivo en la forma de plantear predicciones. Los estudiantes consideran la información y evidencias presentadas en el relato del caso para plantear hipótesis más contextualizadas que corresponden en la

mayoría de casos al análisis que realizan entre evidencia, causalidad y posible; sin embargo, durante el proceso, aunque se presentan avances significativos en la forma de plantear hipótesis aún se presentan respuestas donde es evidente que no se comprende con claridad lo que implica el planteamiento de una hipótesis.

Para el segundo y tercer caso de la intervención, las hipótesis que se desarrollan dan cuenta que los estudiantes producen respuestas más concretas y recogiendo información del relato que llega a ser útil para plantearlas, se hacen aseveraciones y se plantean hipótesis basadas en el conocimiento y las opciones físicamente posibles respecto a lo sucedido. Este proceso da cuenta de lo que recogen autores como Barrera y Cristancho (2017) respecto al planteamiento de predicciones o hipótesis que proponen que estos planteamientos deben permitir ir más allá de lo superficial, debe permitir poner a prueba los sentidos y la experimentación que les facilite llegar a discusiones acerca de las explicaciones de los fenómenos que observan.

Es claro que a partir de los elementos que han desarrollado a través de la intervención didáctica, en este punto se desarrollaron hipótesis como punto de partida para la indagación del caso y esto permitió alcanzar parcialmente el objetivo en esta subcategoría, es claro que a partir de las observaciones proponen hipótesis y predicciones, sin embargo, es necesario seguir trabajando en la correlación que determinan los pasos a seguir en la indagación.

8.4.4 Selecciona Información

Para esta subcategoría donde se planteó la pregunta: Considerando las preguntas que a este momento le surgen respecto al caso ¿Qué elementos necesita conocer para empezar a darles solución? Se encontraron respuestas que dan cuenta del reconocimiento de algunos datos importantes para la resolución del caso, sin embargo, en la etapa diagnóstica hay una gran mayoría de respuestas que discriminan con muy poca claridad la información que se requiere, por lo que se puede afirmar que hay una selección muy básica respecto a la información necesaria y la falta de filtros respecto a lo que es o no relevante careciendo de lo que Khan (2007), denomina la evaluación consistente y empírica de la información,

necesaria para evaluar la pertinencia de la información encontrada respecto a la indagación realizada.

Tabla 10. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría selecciona información

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E9 “Conocer las personas más cercanas a Robinson, problemas recientes, con quien se iba a encontrar, personas con las que se contactó recientemente”
Caso 1	E2 “Un varón de edad avanzada, encontrado en el suelo de una de las dependencias del patio de la vivienda... en la nuca presenta orificio de entrada por arma de fuego... no se aprecian evidencias de signos de lucha...”
Caso 2	E5 “El Juez determinó la causa de la muerte por ahogamiento, pero el cuerpo no tenía ni agua ni en el estómago ni en los pulmones...Con esta muestra se presume que el culpable podía ser un individuo con oligospermia o azoospermia o también de haberse practicado la vasectomía”
Caso 3	E4 “La caída de dos militares durante una exhibición aérea el sábado 10 de agosto del 2019 en la ciudad de Medellín. Una cámara de video ubicada en un casco de los suboficiales muestra que antes de la caída aparece un objeto que parece ser una cometa la cual cortaría la soga de nailon con algodón”
Evaluación	E1 “1. Observación: escena, llamadas y elementos sospechosos. 2. Descripción: huellas dactilares, horas y examen médico legal. 3. Explicación: como sucedió y testigos, verificación. 4. Probabilidad: información total y cierre del caso.”

Nota: Elaboración propia

Para el momento de la intervención didáctica se recogen respuestas que en su mayoría hacen alusión a los aspectos circunstanciales de modo, tiempo, lugar, posición y heridas de la víctima, que reúnen los datos fundamentales a considerar dentro del análisis del caso por lo que las respuestas para esta pregunta son uniformes para la gran mayoría de los estudiantes. Según las respuestas obtenidas, es claro que la información que se recoge es aquella que han determinado como clave para la solución del caso de origen científico; así

mismo, hacen claridad sobre aquello que se debería considerar para tener la información completa lo cual se evidencia en respuestas en las que los estudiantes resaltan situaciones de modo, tipo y lugar, así como aspectos físicos a los que se refieren como información imprescindible.

Se puede asegurar que para esta subcategoría se encontraron respuestas que permiten dar cuenta del objetivo planteado la organización y clasificación por orden de importancia de la información necesaria para avanzar en la investigación y resolver los cuestionamientos formulados.

8.4.5 Diseña Metodologías

Para la subcategoría diseña metodologías donde se planteó la pregunta: Una vez conoce usted las preguntas que debe solucionar en el caso y estableciendo la prioridad de las mismas ¿Cuál sería su hoja de ruta para iniciar con la investigación? Se encontraron en su gran mayoría planteamientos donde es muy evidente la combinación de actividades, tareas y evidencias por revisar, sin un planeamiento ordenado de los pasos a seguir o una metodología clara por la que pasaría el proceso de investigación. En otras respuestas siendo estas una minoría, se recogen algunos datos que dan más luces de algo parecido a una metodología de trabajo, es de aclarar que, si bien tienen algunos elementos, no hay respuestas claras sobre lo que implicaría diseñar una metodología apropiada para el caso, siguiendo los pasos de la investigación forense que parten del método científico.

Tabla 11. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría diseño metodologías

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E1 “1. Hacer levantamiento de la escena 2. Conocer las versiones 3. Revisión de cámaras cercanas 4. Examen de llamadas o mensajes 5. Huellas o pistas 6. Estudio del cuerpo 7. Revisión total 8. Solución”
Caso 1	E3 “Al llegar a la escena se realizan todos los procedimientos adecuados para el levantamiento del cuerpo, se toman fotografías para las evidencias necesarias, se toman todas las evidencias como objetos, huellas, manchas de sangre, fluidos, arma, etc. Se realiza el levantamiento del cuerpo y se dirige a la correspondida autopsia, examen interno y externo, se habla con familiares para conocer datos importantes que pueden ayudar a esclarecer la verdad, se reúnen las pruebas y se realizan sus debidos procesos de estudio, se dictamina y se esclarece un dictamen final”
Caso 2	E11 “1. Hallar el cuerpo de la víctima. 2. Levantamiento de muestras. 3. Evidencias fotográficas. 4. Autopsias al cuerpo de la víctima. 5. Examen médico legal. 6. Investigar fluidos seminales. 7. Indagar a el victimario por medio del fluido. 8. Presentar resultados al juez y familiares”
Caso 3	E7 “Objetivo: Investigar el origen de la ruptura de la cuerda y el causante del accidente y que daños recibieron los cuerpos por la caída. Metodología: 1. Levantar los cuerpos y las pruebas. 2. Estudiar las pruebas encontradas. 3. Investigar a las personas que estaban en el helicóptero y el helicóptero.”
Evaluación	E11 “Organizar determinar las huellas y recoger las muestras de saliva, revisión de la herida y la debida autopsia, hablar con los familiares para determinar problemas de agresión, análisis técnico de peritaje al celular, historial médico”

Nota: Elaboración propia

Para la subcategoría en el proceso de intervención se encontraron respuestas un poco más uniformes para la gran mayoría de los estudiantes, que recogen los aspectos fundamentales

según un orden lógico para el análisis de la escena y los procedimientos aplicados posteriormente a la evidencia con el fin de esclarecer los sucesos, que se reúnen en respuestas que establecen objetivos claros respecto a lo que requieren indagar y plantean metodologías acordes a esos objetivos y los pasos que se adaptan al método científico para alcanzarlo.

En relación al diseño de metodologías, autores como Barrera y Cristancho (2017) destacan que es imprescindible que el estudiante consulte y diseñe experiencias que en primer lugar permitan poner a prueba sus hipótesis y adicionalmente que un componente importante dentro del desarrollo de esta habilidad es la explicación del porqué de cada uno de los pasos de la experimentación que como se puede evidenciar se logró en el transcurso del proceso, iniciando con pasos sin un orden o propósito claro y finalizando con metodologías planteadas desde la hipótesis planteada y diseñada con un propósito particular.

Finalmente, se puede evidenciar en la gran mayoría de las respuestas obtenidas que hay certeza acerca de las metodologías planteadas y que corresponden en su gran medida a la comprobación de las hipótesis que han planteado empatando así con el objetivo planteado inicialmente para esta subcategoría.

8.4.6 Recolecta Datos

Para la subcategoría recolecta datos donde se planteó la pregunta: Imagine las posibles respuestas a dichas preguntas que se ha planteado ¿Qué tipo de datos ha conseguido al momento y que herramientas utilizó para recolectarlos? Se resaltan algunas respuestas que manifiestan procedimientos viables y con resultados posibles, además del conocimiento de algunos procedimientos utilizados dentro de la investigación criminal sin embargo un número importante de respuestas en esta primera fase diagnóstica resalta aspectos con muy poca o ninguna relevancia para la investigación lo que implica que es necesario volver sobre las fuentes y lo que se considera un dato o evidencia relevante para el caso.

Tabla 12. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría recolecta datos

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E12 “Para saber cómo fue el proceso de la muerte realice una autopsia. Recogí las muestras y las analice en los respectivos laboratorios, para la recolección de testimonios utilice un polígrafo”
Caso 1	E7 “El análisis de las huellas digitales, ya que, si encontramos estas huellas en algún elemento importante, podemos llegar a saber quién fue el causante de la muerte. El estudio de balística permite saber más información del arma de fuego y así conseguir más indicios en la investigación, la autopsia nos es de mucha ayuda ya que por medio de ella podemos saber la causa de muerte del cadáver, entre otras heridas, contusiones, etc. De pronto, un análisis psicológico de la persona en vida con ayuda de su psicólogo (si hay) para saber más datos acerca de la vida de la víctima. Podemos hacer un análisis de sus redes sociales para saber cómo se expresaba como persona hacia el público y así saber cuál era su comportamiento. Tener en cuenta a las personas más cercanas a la persona ya que ellas pueden testificar acerca de cómo era la persona y preguntar a ver si conocen los motivos o causas de su muerte”
Caso 2	E12 “Autopsia del cuerpo: para analizar e investigar rastros internos y externos del cuerpo que demuestren las causas de la muerte. Prueba de fosfatasa acida prostática y cristales de Florence: para analizar la sustancia del semen y poder saber si hay presencia de espermatozoides. Examen médico legal: para saber si hay magulladuras en el cuerpo de la víctima o si hay desgarres por violación legal etc.”
Caso 3	E5 “Dactiloscopia: para encontrar las huellas de las personas que manipularon la cuerda o instrumentos en el caso. Simulaciones: por medio de simulaciones o recreaciones de la escena, para aclarar más los hechos. Autopsia: para conocer mejor el estado del cuerpo de los suboficiales antes y después de su deceso. Pruebas físicas: por medio de las pruebas físicas se pueden contemplar elementos como el peso, la fuerza y demás que puede ayudar en el caso”
Evaluación	E6 “El cuerpo del fallecido posterior al examen médico-legal, se encontró rastros de alcohol, haciéndole examen sanguíneo y en el estómago, se encontraron huellas de al parecer alguien externo, el arma no estaba, por ende, no se supo de huellas en esta, el calibre si afectó e interfirió en el homicidio”

Nota: Elaboración propia

Respecto a la intervención para la gran mayoría de las respuestas, se recogen aspectos que relacionan las evidencias encontradas en la escena con la prueba respectiva que se podría aplicar, es de anotar que en la verbalización del ejercicio los estudiantes manifiestan un conocimiento básico de los principios de las ciencias naturales que pueden aplicar a este tipo de pruebas y que se aprovechó para profundizarlos, las respuestas reúnen aspectos generales y otros que dan cuenta del conocimiento de medios de experimentación y comprobación científica que ayudan a corroborar los planteamientos realizados de manera previa. Se resalta de la misma manera el énfasis que se hace de las pruebas que hacen uso del conocimiento científico y se ajustan a la metodología planteada en la gran mayoría de los casos.

Recolectar datos o información como lo establecen autores como Bybee (2004) y de manera muy similar Khan (2007), implica trabajar con pruebas que permitan desarrollar y revisar explicaciones, generando relaciones hipotéticas entre las variables para este caso los estudiantes lograron una relación efectiva entre los conceptos relacionados a las ciencias naturales que pudieran ser de una manera u otra, útiles para la aplicación de pruebas de carácter científico que facilitarán la recopilación de pruebas para soportar el caso.

Finalmente, se puede asegurar que para la subcategoría recolecta datos, hay grandes aciertos en el uso del conocimiento científico y su relación estrecha con los datos necesarios para emitir juicios de valor que rescatan la correspondencia entre la metodología propuesta y las herramientas necesarias para desarrollarla y por lo tanto cumpliendo con el objetivo propuesto para la misma.

8.4.7 Elabora Representaciones

Para la subcategoría elabora representaciones donde se planteó la pregunta: El superior a cargo del caso le ha solicitado a usted como investigador información acerca de los datos recolectados hasta el momento ¿Cuál sería la mejor manera de presentarle lo que solicita? Para lo cual se encontraron respuestas que interpretan la representación de los resultados como la forma en la que se comunican o se dan a conocer, de algunas de estas respuestas se

resaltan las formas de publicación de resultados, o la forma en la que se condensan y se reúne todas las evidencias del caso, la subcategoría hace relación a la forma más clara en la que se pueden dar a conocer los resultados de manera entendible por lo que podemos asegurar que los estudiantes tienen algunas claridades respecto a la forma en la que se pueden presentar sin embargo es necesario considerar que hay que realizar precisiones respecto a algunos términos y procedimientos que se emplean sin conocimiento como el interrogatorio o el manejo de evidencias.

Tabla 13. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría elabora representaciones

ETAPA	RESPUESTA
Diagnostico	E2 “En este caso que ya cuento con algunos datos recolectados le presento estos datos a la policía oralmente en una interrogación que el superior me pregunte y yo esté totalmente dispuesta a responder, además le entregaría todos los rastros y objetos recolectados los llevaría en una bolsa siploc”
Evaluación	E2 “Señor Estupiñán el caso del señor Robinson es un caso complicado de analizar, pero según las pruebas recolectadas hasta el momento el señor estaba acompañado de su pareja sentimental la cual por alguna situación que desconocemos enlazo una gran pelea llevando a fatales términos este desenlace, pues el señor Robinson recibió un impacto fatal en la cabeza por la parte temporal, provocándole un desangro llevándolo a la perdida de signos vitales”

Nota: Elaboración propia

Para el momento de la intervención se realizó una representación visual (figuras 8, 9 y 10), acompañada de lenguaje escrito que complementa la información, donde es posible apreciar respuestas donde los estudiantes hacen un croquis de la escena algunos resaltan algunos de los objetos nombrados en la descripción con cierto grado de precisión tomando en cuenta ubicaciones y lugares en otros casos se hace un gráfico sin ninguna reseña o palabra que lo acompañe lo cual nos representa el grado de interpretación que se le da a las descripciones que se encuentran dentro del caso, para el primer y segundo caso , la

interpretación de posiciones, espacios y el análisis de la situación a partir del cual podría estar representada la escena es aún muy básico, en un tercer caso es claro que se retoman todos los datos posibles dados en el relato del caso y aquellos encontrados en las búsquedas de información para reconstruir de la manera más cercana el hecho, destacan aspectos como posiciones, ubicación, distancias, alturas entre otros.

Figura 8. Ejemplos de croquis de E4 para los casos de la intervención didáctica

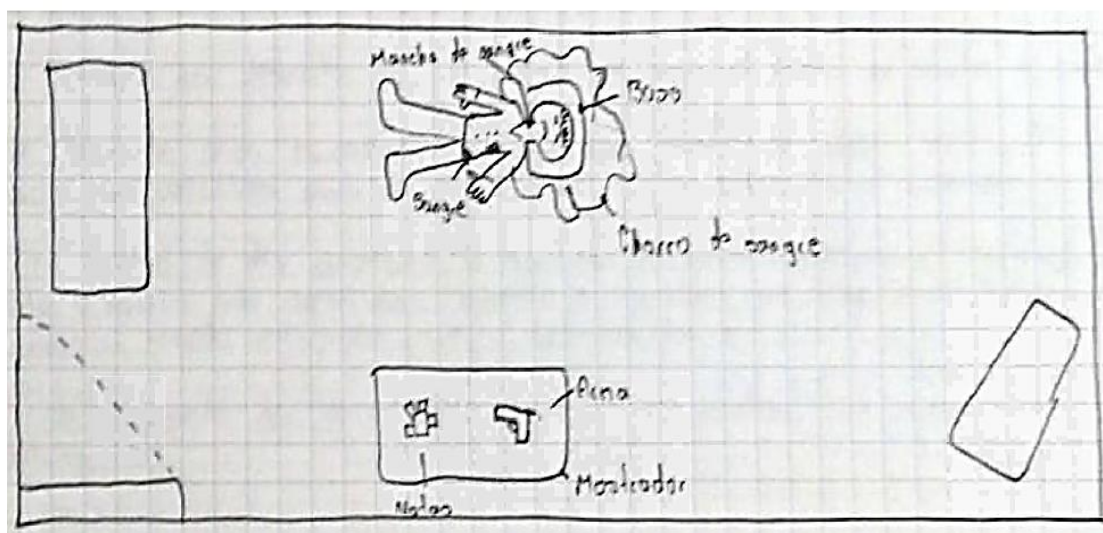


Figura 9. Ejemplos de croquis de E9 para los casos de la intervención didáctica

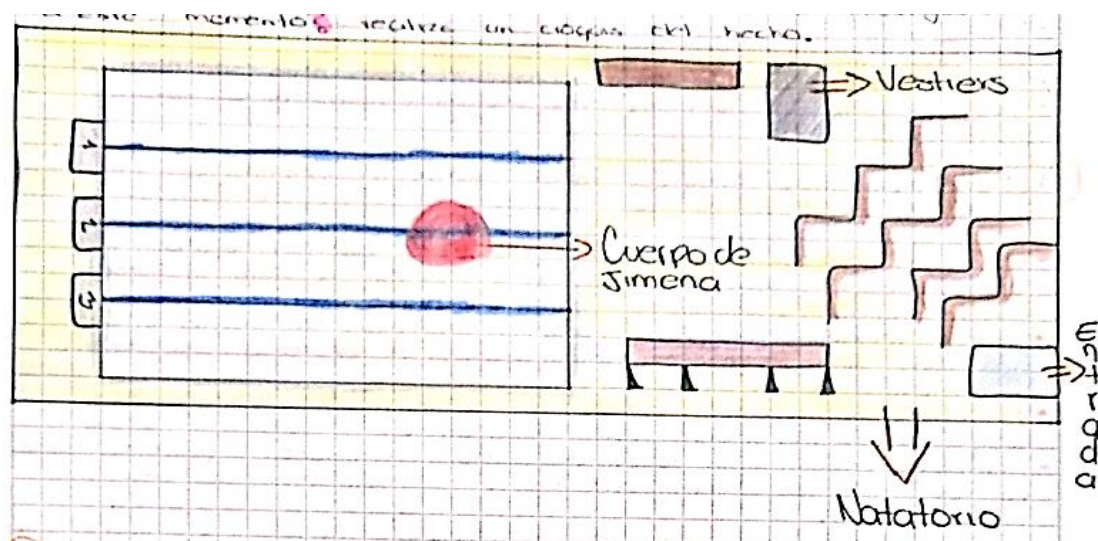
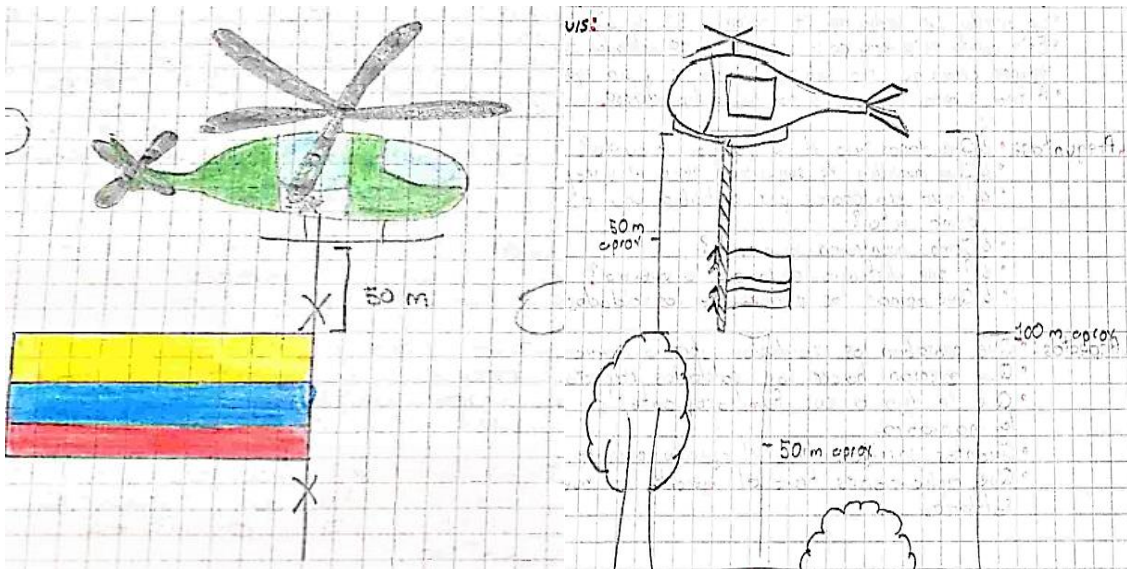


Figura 10. Ejemplos de croquis de E11 para los casos de la intervención didáctica



En función de lo anterior autores como Bybee (2004) y Khan (2007) plantean la importancia de formular y manipular modelos mentales o físicos haciendo incluso alusión al modelado como una manera de representar los datos y hacerlos más comprensibles, dentro de las ciencias forenses ese modelo elemental es el croquis de la escena que para el caso los estudiantes con la información encontrada, las herramientas suministradas y aquella indagada por cuenta propia fue en la gran mayoría de los casos favorecedora para la comprensión del contexto de los casos y por ende en las representaciones mentales de las cuales surgieron deducciones importantes.

Finalmente, para la subcategoría elabora representaciones las respuestas obtenidas representan el informe y el croquis como las formas más claras desde la perspectiva de investigador de dar a conocer los resultados obtenidos lo cual coincide con el objetivo planteado que le apunta a organizar datos y poderlos representar por medio de distintas herramientas.

8.4.8 Interpreta Resultados

Para la subcategoría interpreta resultados donde se planteó la pregunta: Es necesario explicarle los resultados que ha presentado al superior a cargo del caso ¿Cuál sería la forma más adecuada de sustentar o interpretar sus resultados hasta el momento? Se encontraron respuestas que se enfocan a las pruebas que se emplean para dar soporte a los resultados finales, otras hacen referencia a la interpretación directa de que se haría de los datos incluso sin respaldo ninguno y se encuentran otras respuestas completamente desligadas del propósito de la subcategoría, lo cual indica que inicialmente los estudiantes presentaban grandes falencias en la interpretación de resultados, pasando por la mera descripción o enumeración.

Tabla 14. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría interpreta resultados

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E2 “A mi superior le voy a sustentar estos datos por medio de las evidencias físicas y evidencias escritas que he podido recolectar como por ejemplo el celular, las copas, los cigarrillos, informes de los técnicos los cuales me ayudarán a localizar a testigos y además muy importante llevar las huellas”
Caso 1	E1 “El fallecido intento morir varias veces, a causa del arma vieja que modificó el movimiento de la bala, además sus cortadas y notas explicaban que existía algo de fondo (depresión), no se conocía su causa y por ende no tenía tratamiento médico. Fue una muerte violenta por todo lo ocurrido e intentos de agresión”
Caso 2	E1 “La muestra de semen en el vestido puede dar como idea de una violación (esfínter dilatado). En su cuerpo no había agua en sus pulmones ni estomago (No se ahogó). Si se presentaba signos de asfixia no los nombraron”
Caso 3	E2 “Un indicio fue que la cuerda tuvo un corte o desprendimiento a la mitad, lo que indica que la cuerda no se soltó o desamarro del helicóptero si no que esta se rompió. El corte limpio es un indicio que la soga no fue desprendida sino cortada.

	El corte fue más arriba de donde estaban los uniformados lo cual es un indicio que ellos no la cortaron”
ETAPA	RESPUESTA
Evaluación	E12 “Señor juez, el día 04 de agosto se encontró el cuerpo del Sr. Robinson en la sala de estar de su vivienda, la etiología de la muerte corresponde a un disparo en la cabeza en la parte temporal derecha provocada por el victimario Mario Ruiz el cual entro en la vivienda para robar, pero se encontró con el Sr Robinson (la víctima), que se encontraba en estado de relajación tomando una copa de vino y consumiendo un cigarrillo y cundo vio al victimario su primera reacción fue tomar el teléfono y llamar a la policía pero al hacer esto el victimario le disparo en la cabeza y salió rápidamente de la vivienda y arrojó el arma en la acera a dos calles del lugar”

Nota: Elaboración propia

En la fase de intervención la dinámica de interpretación de resultados se fue ajustando encontrando respuestas que evidencian que se hace una recopilación de evidencias y lo que pueden indicar al respecto, se hacen relaciones efectivas de causalidad y consecuencia con deducciones y análisis de pruebas y se logra establecer que la mayoría de las repuestas coinciden en la mayoría de aseveraciones que hacen a través de los indicios que encuentran. Considerando las pruebas y evidencias que identifican que se encuentran en la escena a partir de las respuestas obtenidas, es claro que los indicios que se plantean conforme a la información recolectada y las pruebas aplicadas son consistentes y aportan a la solución del caso, de la misma manera se evidencia que se retoman las representaciones realizadas a través del croquis y la información del relato para plantear indicios congruentes con el desarrollo del proceso investigativo.

Interpretar resultados implica retomar aspectos como los señalados por Bybee (2004) que manifiesta que las explicaciones de corte científico deben hacer énfasis en las pruebas para este caso en el contexto forense la evidencia o los indicios, ya que estas poseen argumentos lógicamente consistentes y utilizan principios científicos, modelos o teorías, es por esto que

para el contexto forense que se trabajó resulta de gran importancia el fundamento biológico, químico y físico de cada una de las pruebas trabajadas en los distintos casos puesto que presentan evidencias concretas y precisas sobre los implicados, considerar o no ésta validez e interpretación correcta de las pruebas conduce a veredictos correctos o incorrectos que influyen en la determinación de la justicia, por lo que su juicio debe ser el que está apegado a la verdad, que proporciona el conocimiento científico.

Finalmente, para la subcategoría interpreta resultados donde es evidente el uso de lenguaje acorde al contexto de presentación de los resultados y la relación indicio-prueba-resultado, que permite hacer comparaciones y contrastes desde los resultados obtenidos, se puede establecer que se lograron avances importantes dentro del objetivo propuesto.

8.4.9 Elabora Conclusiones

Para la subcategoría elabora conclusiones donde se planteó la pregunta: El resultado de toda investigación forense es un dictamen pericial que recoge las conclusiones a las que se llegan luego de la investigación ¿Cuál sería el suyo? Se encontraron respuestas que evidencian en una fase inicial, que el planteamiento de conclusiones se realiza sin considerar evidencias ni un proceso investigativo haciendo uso de argumentos poco válidos y alejados de todo indicio que se haya podido dar en el proceso de investigación.

Tabla 15. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría Elabora conclusiones

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E9 “La pareja sentimental de Robinson por un ataque de celos le disparó después de haber faltado a su cita, el intento llamar a emergencias, pero no alcanzo a hacerlo”
Caso 1	E9 “Del estudio de este caso podemos concluir que la víctima había planeado el suceso y lo había organizado y realizado de tal manera que fuera más confuso esclarecer las reales causas de su muerte. La víctima trato de alterar y confundir las investigaciones dejando evidencias ambiguas y con doble sentido”

Caso 2	E11 “Con los hechos vistos y evidencias encontradas no hay pruebas suficientes de que fuera por ahogamiento, lo que nos da a pensar que el hecho de que estuviera en la piscina era para tapar o para que fuera la manera de ocultar que fuera un homicidio, aunque pudo ser un ancla para demorar la investigación y que pudiera hacerse corrupción a la información recolectada”
ETAPA	RESPUESTA
Caso 3	E10 “A. Hubo una ruptura de la cadena de custodia ya que la sog a se envió a EEUU para análisis y nunca regreso. B. No se investigó más a profundidad e hipotetizar más la situación, solo quedo en un posible homicidio doloso. C. Algo inexplicable es la ruptura de la sog a si esta soporte y resistencia para los oficiales en equipo respectivo. D. No se realizó investigación física o de la intervención de la cometa en el caso”
Evaluación	E9 “Posiblemente el señor Robinson fue asesinado por una persona, que teniendo en cuenta su posición (cúbito ventral), le disparó en la cabeza aproximadamente en la región occipital del cráneo, provocando que el mismo muriera instantáneamente”

Nota: Elaboración propia

Respecto a las respuestas a esta pregunta para la fase de intervención se plantean conclusiones que reúnen evidencias, indicios y consecuencias, relacionan situaciones de causalidad que contribuyen a complementar las conclusiones elaboradas donde consideraron argumentos basados en las evidencias y los indicios que se establecieron a través de las mismas, se consideraron aspectos básicos de las pruebas químicas que respaldan las aseveraciones que se realizaron para establecer el dictamen final. Es claro que para la gran mayoría de los estudiantes la interpretación de los resultados los ayuda a conformar conclusiones que al tener un soporte con evidencias les hace más claro el panorama final de los casos.

En función de la subcategoría elabora conclusiones autores como Barrera y Cristancho (2017) recogen la importancia de utilizar la recopilación de datos, la elaboración de representaciones y el análisis e interpretación de las pruebas trabajadas para la deducción

de conclusiones válidas que conduzcan a pensar la verdadera validez del proceso investigativo. En relación a esto es posible verificar que un gran número de estudiantes retomaron los aspectos trabajados en las habilidades que dichos autores plantean como insumos para la producción de conclusiones recogiendo en la figura utilizada en las ciencias forenses: el dictamen pericial.

En conclusión, para la subcategoría elabora conclusiones cuyo objetivo era plantear conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos se puede establecer que de acuerdo a las respuestas obtenidas se demuestra que la gran mayoría de los estudiantes recogen en un dictamen pericial y haciendo uso de términos propios de las ciencias forenses, el análisis de los resultados obtenidos para emitir juicios de valor argumentados.

8.4.10 Soluciona Problemas

Para la subcategoría soluciona problemas en la fase diagnóstica donde se planteó la pregunta: ¿Qué dificultades cree usted que se pueden presentar a lo largo del proceso de investigación del caso y como les daría solución? Se encontraron respuestas que en su gran mayoría están relacionadas a las colocadas en la subcategoría anterior, muchas veces con soluciones poco viables o fuera del contexto de la investigación, lo que evidencia poca comprensión de la habilidad de buscar soluciones razonables y comprobables a las dificultades haciendo uso de argumentos poco válidos, además de evidenciarse que en la gran mayoría de respuestas se exponen las dificultades y no se les brinda soluciones.

Tabla 16. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría soluciona problemas

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E3 “Dificultad en encontrar el arma de fuego y dificultad en recolectar los testimonios de los testigos o involucrados en la escena, dificultad en determinar verazmente que paso ya que en el lugar no se encontraban cámaras”
Caso 1	E11 “Señor Juez: Según las investigaciones realizadas se puede llegar a demostrar que fue un suicidio atípico ya que en el examen externo se demostró que en la cara

	interna de la muñeca izquierda se observó una herida de carácter vital, pero que no afecta los planos profundos, lo que llevo a la víctima a seguir un plan B...”
ETAPA	RESPUESTA
Caso 2	E6 “En el caso se hallaron los siguientes datos, la niña pertenecía a un colegio católico, se halló en la piscina del colegio y en el análisis del cuerpo en este no se encontró agua en sus pulmones ni el estómago no presentaba hematomas en su cuerpo y tampoco se encontraba el arma que se utilizó para el asesinato, así que se plantea que fue por ahogamiento , además se halló una mancha de semen en el traje de baño, dados indicios de una posible violación, con dichos datos se puede plantear que la víctima fue asesinada y luego lanzada a la piscina”
Caso 3	E12 “Señor Juez: El día 10 de agosto del 2019 en Medellín al terminar la exhibición aérea por el cierre o clausura de la feria de las flores, ocurrió la caída de dos militares que estaban realizando la maniobra conocida como spies y respecto a las investigaciones la causa de la caída es por un corte limpio por un agente externo en la soga en la que los militares estaban colgados. Así que se cierra el caso como homicidio doloso”
Evaluación	E11 “Que los testimonios no tengan validez o credibilidad nos pueden llevar a buscar pistas falsas, la implementación de un polígrafo nos ayudaría a evitar este problema además de agilizar el caso”

Nota: Elaboración propia

Es evidente que dentro de las respuestas para la fase de intervención se encontraron elementos que reúnen las características de un dictamen pericial que da luces claras al caso, consideran una estructura básica problema, evidencias, indicios basados en las pruebas y conclusiones al respecto. En el transcurso de los casos aplicados se encontraron respuestas más completas donde se plantea una estructura para realizar el dictamen partiendo de una relación del caso, las evidencias y pruebas realizadas, finalmente aparece el análisis de los resultados obtenidos que lleva al dictamen final, es innegable que los estudiantes recogen aspectos circunstanciales de modo, tiempo y lugar, retoman el recuento del caso y

finalmente a partir de elementos referentes a las pruebas e indicios encontrados realizan un dictamen final, acudiendo a un resultado completo del caso.

Para dar solución finalmente al problema es indispensable reconocer como lo señalan Barrera y Cristancho (2017) que cuando se ha identificado la solución posible al problema planteado es necesario organizar la información del proceso, los conocimientos y los resultados de la manera más clara posible en función de ser socializada y exponer las conclusiones finales. En ese sentido es evidente que los estudiantes recopilaron las habilidades trabajadas durante el proceso para emitir el dictamen final reconociendo las pruebas aplicadas, los conocimientos científicos que las respaldan y por ende emitiendo conclusiones soportadas en el conocimiento científico.

Finalmente es claro que los estudiantes hacen una mirada hacia la gran mayoría de los pasos anteriores para plantear soluciones congruentes con lo que se ha detallado y que son viables de acuerdo a las evidencias científicas presentadas por lo que se puede establecer que se alcanzó el objetivo propuesto para esta subcategoría.

8.4.11 Comunica Resultados

Para la subcategoría comunica resultados donde se planteó la pregunta: Finalmente hay que socializar el resultado final de la investigación al que se ha llegado ¿Cuál sería el escenario propicio y la mejor forma de hacerlo? La subcategoría hacía alusión la forma en la que se dan a conocer los resultados al finalizar la investigación, en la fase inicial se encontraron respuestas donde es muy evidente la consideración que se hace hacia las personas y no hacia la forma de comunicar los métodos o herramientas otras respuestas incluso más alejadas hacen alusión a la conclusión del caso aplicando lo visto en otras preguntas donde se anexa información que no se proporciona en el relato o suposiciones alejadas del contexto de la investigación lo cual da a entender que hay errores en la interpretación de las preguntas.

Tabla 17. Ejemplificación de respuestas obtenidas para la subcategoría comunica resultados

ETAPA	RESPUESTA
Diagnóstico	E5 “Primero le socializaría el resultado a los familiares o personas importantes de la víctima en un espacio tranquilo y en el cual la persona pueda reaccionar de la mejor manera”
Evaluación	E6 “Señor juez, con el análisis respectivo del caso se puede determinar lo siguiente: el señor Julián López sufría de depresión, este dato se obtuvo gracias al análisis de sus antecedentes médicos, en este entorno se halló que las huellas que estaban en el arma eran pertenecientes al señor Julián como punto final en este caso se observó y analizo que el señor Julián pudo adecuar el escenario del crimen para hacerlo pasar por un caso de homicidio pero como final se determina que pudo llegar a ser un posible suicidio”

Nota: Elaboración propia

Para el ejercicio final Se encuentran respuestas que responden a los criterios de tiempo modo y lugar, así como la forma más propicia para dar a conocer los resultados de la investigación recogiendo todos los elementos fundamentales para finalizar el caso, lo cual muestra incluso a través de los ejemplos planteados en la tabla la evolución conceptual y de estructuración que tuvo lugar en los estudiantes.

Es importante resaltar que autores como Bybee (2004) y Khan (2007) hacen referencia a la comunicación de resultados como un acto de compartir lo que se ha aprendido durante la indagación con otros, en función que a partir de estos proceso generalmente se producen nuevas ideas y fenómenos que son dignos de estudio de manera que incentiva en otros la necesidad de desarrollar proceso de indagación, es así como a través del proceso realizado en esta última subcategoría, de comunicar el conocimiento y en función de la estrategia se

presentaron escenarios dentro de la institución que además de los beneficios que ya se han disgregado al respecto de la estrategia, facilitó el desarrollo de habilidades comunicativas y la socialización con los demás miembros de la comunidad educativa.

Como parte del que hacer propio de la institución educativa anualmente se realiza el evento denominado Seminario Ambiental Estudiantil Terravida, para el año 2022 en su segunda versión, el cuál es un espacio dedicado a reconocer los intereses, las preocupaciones y las acciones que docentes y estudiantes plantean y desarrollan en torno al cuidado del medio ambiente y el pensamiento científico en sus instituciones educativas. Una oportunidad que permite ampliar la visión de las problemáticas ambientales y científicas, así como, la forma en que pueden ser atendidas desde las acciones que coordinadas, lideradas o facilitadas por las instituciones educativas terminan incidiendo en el cuidado del medio ambiente y el aprendizaje de las ciencias naturales.

Aprovechando el evento que en esa versión conto con la presencia de algunos colegios de la zona, se presentaron dos espacios que facilitaron la puesta en práctica del ejercicio realizado y socializar a la comunidad educativa parte de la experiencia de los estudiantes con la aplicación de la unidad didáctica:

Figura 11. Taller: Astucia Investigativa



El taller dividido en dos partes, recogió la experiencia de los dos primeros casos trabajados e incorporó un componente práctico de identificación de indicios que se trabajó de manera

interactiva con los asistentes a través del montaje de un escenario ficticio en el espacio dispuesto donde se evidenció el uso de lenguaje científico y técnico en el manejo del taller, así mismo se evidencio un nivel alto en el desarrollo de las habilidades propias de la competencia de indagación en los estudiantes participantes.

Figura 12. Conversatorio: Criminalística y ciencia



El conversatorio “Criminalística y ciencia” que recoge la experiencia del tercer caso involucró través de preguntas y dialogo con diversos grupos, el análisis de la situación a partir de los conocimientos científicos y las ciencias forenses problematizando la necesidad de utilizar de manera contextualizada el conocimiento científico e invitando a otros estudiantes a mejorar sus habilidades investigativas.

En conclusión, respecto a la etapa final de evaluación es claro que hay una avance significativo en el desarrollo de la competencia de indagación y las subcategorías analizadas, las habilidades necesarias para desarrollarla, son evidentes al plantear preguntas con mejor enfoque y estructura, reconociendo el contexto, identificando indicios y evidencias para el planteamiento de hipótesis y diseñando metodologías viables y consistentes que permiten ser validadas mediante las pruebas científicas, de igual forma la obtención e interpretación de resultados, son consistentes con las conclusiones y soluciones coherentes que se ofrecen a cada uno de los casos planteados, lo cual demuestra que finalmente en las conclusiones y la comunicación de resultados se resume en todo un

proceso investigativo que conduce a un desarrollo de la competencia de indagación a partir de un abanico de habilidades necesarias para trabajarla.

Desde el análisis propio del proceso de la estrategia es preciso destacar que en la etapa diagnóstica se contaba con un desarrollo de las habilidades que se destacaron como subcategorías para este trabajo en un nivel bajo la gran mayoría y básico un pequeño grupo como seleccionar información, describir observaciones, durante el proceso de intervención a través de los tres casos se muestra una mejora progresiva de las habilidades concretándose en un ejercicio más consciente y aterrizado respecto a lo que se plantea, es claro que se alcanzó un nivel alto- básico en las habilidades relacionadas a los momentos de exploración y profundización y un nivel aun básico en las habilidades relacionadas al momento de demostración: interpretación de resultados, elaboración de conclusiones, solución de problemas y comunicación de resultados, donde es necesario seguir trabajando para lograr aún mejores resultados.

A partir de todo lo anterior, podemos establecer que el ejercicio de intervención didáctica realizado con los estudiantes de grado décimo aportó en gran medida al fortalecimiento de habilidades que contribuyen al desarrollo de la competencia de indagación, proporcionando herramientas que serán de gran utilidad en diversos contextos donde es necesaria la apropiación del conocimiento científico y su extrapolación en otros contextos de su vida cotidiana.

9 CONCLUSIONES

Con relación a la investigación realizada es preciso señalar que en congruencia con los objetivos planteados y el desarrollo de la estrategia con los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Liceo Holcim se logró concluir que:

1. El estado inicial de la competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo del colegio Liceo Holcim es básico - bajo, según el SIE que plantea la institución apoyado en las pruebas de desempeño realizadas periódicamente y considerando que para las 11 habilidades señaladas como indicador del desarrollo de la competencia se encontró según las respuestas proporcionadas por los estudiantes que 8 de estas habilidades se encontraban en un nivel bajo correspondiendo a respuestas descontextualizadas, alejadas de lo que implica la pregunta o sin una comprensión real de lo que implica la habilidad según la cual se diseñó la pregunta, para 3 de estas habilidades a saber descripción de observaciones, planteamiento de predicciones y selección de información el nivel es básico alcanzando un nivel mínimo que tiene concordancia con lo que implica la habilidad que se revisa en la pregunta.
2. Dentro del momento diagnóstico también se encontró con falencias en la comprensión de conocimientos científicos relacionados a las ciencias forenses y su utilidad en el esclarecimiento de hechos delictivos, así como el uso de conceptos forenses sin una relación muy clara con su verdadero contexto de uso.
3. Respecto a la aplicación de la unidad didáctica, se logró establecer que la estrategia de los estudios de caso en ciencias forenses favorece el desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes considerando que el contexto investigativo en el que se desenvuelve el análisis de hechos delictivos está ligado a habilidades de indagación que permite desarrollar las potencialidades de los estudiantes en el contexto investigativo. El misterio y la fascinación que produce la temática en los estudiantes es un escenario propicio para el desarrollo de la competencia y favorece la conexión de los estudiantes en las sesiones de trabajo e incluso fuera de estas con el ejercicio que se desarrolla.

4. Los casos forenses trabajados permitieron desde su relación directa con cada uno de los enfoques de las ciencias naturales trabajar conceptos de ciencia, de la parte forense y el análisis de situaciones que los vinculan, ofreciendo un contexto donde no solo se desarrollaron las habilidades propuestas, se prestó también como un escenario de problematización y diálogo respecto a las situaciones diarias de criminalidad en el país y la forma como se resuelven, lo que permite entender las ciencias como una herramienta poderosa para comprender la realidad.
5. Desde el momento de evaluación al retomar el cuestionario final, se evidencia a través de las respuestas ofrecidas por los estudiantes que hay una mejora en las habilidades que contribuyen al desarrollo de la competencia de indagación, corroborándose que para la gran mayoría de las 11 habilidades analizadas particularmente para 8 de estas se alcanzó un nivel alto considerando el proceso que se realizó, en algunas habilidades como interpretación de resultados, elaboración de conclusiones y solución de problemas, persisten algunas dificultades en las cuales es preciso seguir trabajando, sin embargo, se destaca que ninguna de las habilidades quedó en el nivel bajo por lo que hay un avance significativo en el fortalecimiento de la competencia.
6. Desde el trabajo realizado se puede establecer que la estrategia de la unidad didáctica basada en estudios de caso forenses aporta significativamente al avance en las habilidades que contribuyen al desarrollo de la competencia de indagación, además de esto, es un escenario que ofrece a los estudiantes una manera de relacionarse con los conceptos de ciencia alternados a las ciencias forenses como una manera novedosa de aprender y desarrollar habilidades y competencias en diversos escenarios.

10 RECOMENDACIONES

1. Hacer uso de estrategias llamativas y novedosas para el desarrollo de habilidades y competencias en los estudiantes que favorezcan su desenvolvimiento en el mundo haciendo uso de conocimiento científico como una de sus herramientas.
2. Continuar el trabajo en las habilidades que favorecen el desarrollo de la competencia de indagación enfatizando en habilidades como la interpretación de resultados para emitir conclusiones y la solución de problemas.
3. Reconocer a través de instrumentos diagnósticos las dificultades que pueden obstaculizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en otras competencias científicas, que ayuden a configurar estrategias cada vez más completas en favor de los aprendizajes alcanzados por los estudiantes.
4. Las ciencias forenses y el trabajo desarrollado desde los estudios de caso abren una puerta al uso de esta ciencia al ser interdisciplinar como un escenario potente para ser utilizado como estrategia de aprendizaje y enseñanza desde distintos enfoques.
5. Fortalecer los resultados obtenidos con el diseño de instrumentos que permitan reconocer el nivel conceptual que se puede alcanzar al trabajar estrategias como estas, así como la influencia de la motivación como un medio para fortalecer propuestas innovadoras derivadas de esta.
6. Implementar dentro de los planes curriculares el uso de unidades didácticas como una estrategia eficaz en el desarrollo de potencialidades de aprendizaje distintas al ofrecer escenarios de contextualización del conocimiento cercanos a su diario vivir.

11 REFERENCIAS

- Abell, S., D. Smith & Volkmann, M. (2006). Inquiry in Science Teacher Education. En Flick, L y N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and the nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 389-425). Springer: Netherlands.
- Adams, R., Turner, R., McCrae, B. y Mendelovits, J. (2009). OCDE of the PISA (Programme for international student assessment). Official Journal European Union.
- Álvarez, O. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, educación ambiental y pensamiento lógico matemático. *Itinerario educativo*, 115-135.
- Arburola, A (1992). La Criminalística en el Derecho Penal costarricense. Universidad de San José. Tesis para optar por el grado de Licenciado en Derecho. San José, Costa Rica.
- Arburola, A (1995) La prueba indiciaria. 1ª. edición. IJSA, San José, Costa Rica.
- Barrera, Y., y Cristancho, R. (2017). Desarrollo de la competencia de indagación en Ciencias Naturales. *Educación y Ciencia*, 27-41.
- Beltrán, M. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima*, 144-157.
- Bybee, R. W. Scientific inquiry and science teaching. En: Flick, L. B. y Lederman, N. G. (eds.), *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning, and teacher education* (Chapter 1; pp. 1-14). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Castillo, M. (2010). Una cuestión socio-científica motivante para trabajar pensamiento crítico. *Zona próxima*, 144-157.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Teoría*, 61-71.

- C&P. (25 de Julio de 2019). *Consultoría y Peritaciones*. Obtenido de <https://consultoriayperitaciones.com/perito-forense/>
- Duarte, C. (2017). El cuento como estrategia pedagógica para desarrollar la competencia de indagación en ciencias naturales. *Educación y ciencia*, 61-76.
- Euroinnova. (4 de septiembre de 2022). *Euroinnova International Online Education*. Obtenido de <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-las-ciencias-forenses>
- French, D. y Russell, C. (2002). Do graduate teaching assistants benefit from teaching inquiry-based laboratories?, *Bioscience*, 52(11), 1036-1041.
- García, S., & Furman, M. (2014). Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación. *Praxis y saber*, 75-91.
- González, C., Cortez, M., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñonez, P., . . . Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico estudio sobre las practicas innovadoras de docentes en ciencia en EM. *Estudios pedagogicos*, 85-102.
- Guiñez, N., Cornejo, E., Olguín, C., & Ceballos, P. (2017). Percepción de los estudiantes sobre la metodología estudio de casos. *Academia y Negocios*, 45-54.
- ICFES. (2007). *Fundamentación Conceptual del área de Ciencias Naturales*. Bogotá: ICFES.
- Jiménez, L., & Loaiza, J. (2019). *Semillero de investigación como estrategia pedagógica para fortalecer la competencia de indagación en el área de ciencias naturales*. Barranquilla: Universidad de la costa.
- Khan, S. (2007). Model-Based Inquiries in Chemistry, *Science Education*, 91, 877–905.
- López, P et al (2000). Investigación criminal y criminalística. Editorial Temis, S.A, Bogotá, Colombia.

- López, W. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 139-144.
- Mancini, V (1951) Tratado de Derecho Procesal Penal. Trad. Santiago Sentís Melendo, Buenos Aires, Argentina.
- Martin-Hansen, L., Defining Inquiry, *The Science Teacher*, 69(2), 34-37, 2002
- Meza, S., Lucero, I., Aguirre, M.S. (2002). Trabajos prácticos de física y aprendizaje significativo. *Departamento de física, facultad de ciencias exactas y naturales*.
- Montiel, J (1992) Manual de Criminalística. Primera reimpresión. Editorial Limusa-Grupo Noriega, México.
- Montoya, M., & Salas, G. (2018). *Las simulaciones interactivas como objetos de aprendizaje en el desarrollo de las competencias explicación de fenómenos e indagación en las ciencias naturales en noveno*. Barranquilla: Universidad de la costa.
- Morales, F. O. et al. (2018). Pensamiento crítico y formación docente: retos de la educación superior. CLACSO, pp. 151-169 (19). <https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0jhs.11>
- Moreno, R (1977) Manual de Introducción a la Criminalística. 1era edición, Editorial Porrúa, S.A, México.
- Niño, L. (2012). Estudio de caso: Una estrategia para la enseñanza de la educación ambiental. *Praxis y saber*, 53-78.
- NRC, National Research Council, *National Science Education Standards*. Washington, DC: Academic Press, 1996.
- Pacheco, D., Díez, M., García, J., & García, E. (2009). Implementación del estudio de casos como metodología didáctica y de innovación. *International Journal of developmental and educational psychology*, 175-180.

- Picquart, M. (2008). ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo en física? *Latin American Journal Physics Education*, 29-36.
- Reyes, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *áreas temáticas emergentes de la educación química*, 415-421.
- Revel, A. (2013). Estudios de caso en la enseñanza de la biología y la educación para la salud en la escuela media. *Biografía*, 42-49.
- Rodrigues, C., & Antedomenico, E. (2010). A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. *Química e sociedade*, 67-72.
- Rogers, A. (2015). *Estrategia didáctica para desarrollar competencias de indagación científica en alumnos del sexto grado de educación primaria*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Rojas, L. (2018). *Indagación científica como estrategia y su efecto en el desarrollo de la competencia indaga en los estudiantes del cuarto año de secundaria en el área de ciencia, tecnología y ambiente de la I.E. 3080 "Perú, Canadá", Los Olivos, 2017*. Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México D.F, México: Mc Graw Hill.
- Sebastiany A., Camara; M., Del Pino, J. & Miskinis, T. (2012). A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreensão de conceitos científicos. *Educacion Química*, 49-56.
- Sebastiany, A.; Camara, M.; Diehl, I. & Miskinis, T. (2013). Aprendiendo a investigar por medio de la ciencia forense e investigación criminal. *Eureka sobre enseñanza y didáctica de las ciencias*, 480-490.
- Tamayo Alzate, EO; Vasco Uribe, CE, Suárez Delaware la Torre, mm, Quiceno Valencia, CH, García Castro, LI y Giraldo Osorio, AM (2011). La clase multimodal y la formación

y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación, Manizales: Universidad Autónoma de Manizales

Torres, M. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista electrónica educare*, 131-142.

Wassermann, S. (2006). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu.

12 ANEXOS

Anexo 1. Instrumento diagnóstico y de evaluación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
CUESTIONARIO INICIAL

NOMBRE: _____

OBJETIVO: El presente cuestionario tiene como finalidad la recolección de datos para la obtención de un diagnóstico que hace parte del trabajo de investigación: “Desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes del Liceo Holcim a partir de la aplicación de una unidad didáctica basada en estudios de caso forense”. De los datos obtenidos dependerá el desarrollo de dicho trabajo por lo que su respuesta sincera nos es muy importante, asegurándole que la misma será confidencial y utilizada únicamente para el objetivo anteriormente mencionado. Gracias por su colaboración.

INSTRUCCIONES: El cuestionario consta de un enunciado o caso y 11 preguntas abiertas, cada pregunta consta de un enunciado, seguida de un espacio para su respuesta.

DURACIÓN: 60 minutos

Tras la lectura del siguiente texto responda las preguntas 1-11.

Un caso por resolver

Relato del policía que atendió la escena:

La sala de operaciones de la Policía Nacional recibió una llamada del Sr. Anderson Julián López el 04 de agosto, un viernes por la mañana. Fui hasta la casa de la víctima, localizada en la calle Flórez / n° 307 / del barrio Las villas, un barrio del suburbio de la ciudad. Según la madre de la víctima –primera persona que encontró el cuerpo–, la puerta de la casa se encontraba abierta. Al entrar, he visto el cuerpo de la víctima boca abajo en la sala de estar,

habiendo fallecido hacía más de 5 horas según los paramédicos que ya se encontraban en el local. Alrededor del cuerpo había un charco de sangre proveniente de la cabeza perforada probablemente por un arma de fuego de pequeño o medio calibre. Al lado del cuerpo estaba la madre de la víctima, Sra. Amelia Cardona, juntamente con el autor de la llamada, Sr. Anderson Julián López, primer vecino a la derecha de la víctima. Posteriormente, recibimos la información que el nombre de la víctima era Sr. Robinson Cardona. Se aisló totalmente el local para preservar las evidencias y se llamó al IML (Instituto de Medicina Legal).

Fragmento tomado y adaptado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2855>

1. Si tuviera la oportunidad de entrevistarse con los encargados del levantamiento de la escena ¿Qué preguntas les formularia y cuales le surgen a usted a partir del relato?

2. Imagine que está usted frente a la escena del crimen ¿Cómo complementaria usted las observaciones realizadas por el policía acerca de la escena?



Tomada de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2855>

3. A partir de la información disponible hasta este momento ¿cuál podría ser su hipótesis de lo ocurrido?

4. Considerando las preguntas que a este momento le surgen respecto al caso ¿Qué elementos necesita conocer para empezar a darles solución?

5. Una vez conoce usted las preguntas que debe solucionar en el caso y estableciendo la prioridad de las mismas ¿Cuál sería su hoja de ruta para iniciar con la investigación?

6. Imagine las posibles respuestas a dichas preguntas que se ha planteado ¿Qué tipo de datos ha conseguido al momento y que herramientas utilizo para recolectarlos?

7. El superior a cargo del caso le ha solicitado a usted como investigador información acerca de los datos recolectados hasta el momento ¿Cuál sería la mejor manera de presentarle lo que solicita?

8. Es necesario explicarle los resultados que ha presentado al superior a cargo del caso ¿Cuál sería la forma más adecuada de sustentar o interpretar sus resultados hasta el momento?

9. El resultado de toda investigación forense es un dictamen pericial que recoge las conclusiones a las que se llegan luego de la investigación ¿Cuál sería el suyo?

10. ¿Qué dificultades cree usted que se pueden presentar a lo largo del proceso de investigación del caso y como les daría solución?

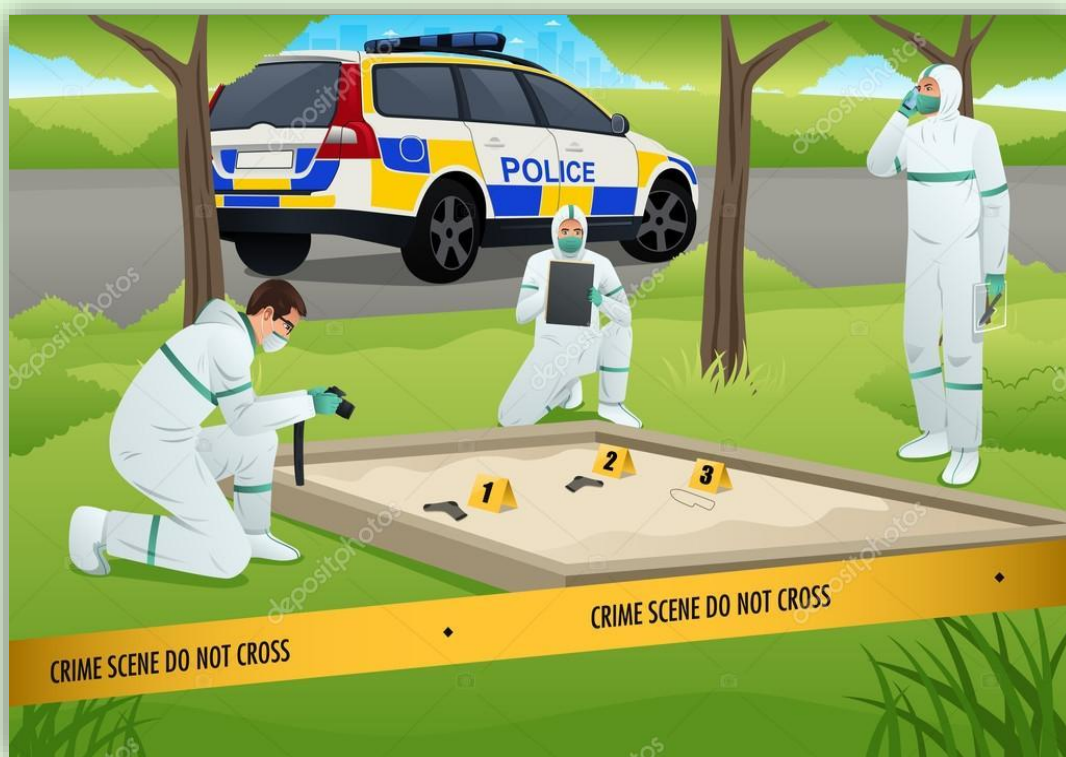
11. Finalmente hay que socializar el resultado final de la investigación al que se ha llegado
¿Cuál sería el escenario propicio y la mejor forma de hacerlo?

Gracias por su tiempo

Anexo 2. Unidad didáctica

RESUELVE EL MISTERIO...

SÉ UN INVESTIGADOR CRIMINAL



Elaborado por:

Lic. Mónica Jalibeth Parada E



ÍNDICE DE LA UNIDAD

Presentación.....	5
Objetivos de la unidad.....	6
Metodología de la unidad.....	7
Antes de empezar... algunos términos a considerar.....	9
Ciencia forense.....	9
Investigación criminal	9
Pasos de la investigación criminal.....	11
Criminalística.....	11
Perito forense.....	11
Cadena de custodia.....	12
Balística forense.....	12
Lofoscopia.....	12
Documentoscopia.....	13
Química forense.....	13
Genética forense.....	13
Fotografía forense.....	13
Planimetría forense.....	13
Cuerpo del delito.....	14
Naturaleza probatoria.....	14
Indicio material, evidencia física o rastro indiciario.....	14
Colección de evidencia física.....	15
Indicio probatorio.....	15



Interrogatorio.....	22
Momento de profundización.....	25
Consolidación del campo conceptual.....	25
Seguimiento	25
Momento de demostración	27
Dictamen del caso.....	27
Conclusiones	28
Reflexión sobre el aprendizaje.....	28
Caso 2. El caso “Jimena Hernández”	29
Con este caso aprenderás.....	30
Grandes ideas	31
Historia del caso.....	31
A investigar.....	33
Momento de exploración.....	33
Interrogatorio.....	33
Momento de profundización.....	36
Consolidación del campo conceptual.....	36
Seguimiento	36
Momento de demostración	39
Dictamen del caso.....	39
Conclusiones	40
Reflexión sobre el aprendizaje.....	40
Caso 3. Muerte en exhibición aérea.....	41
Con este caso aprenderás.....	42
Grandes ideas	43
Historia del caso.....	43



Seguimiento 47

Momento de demostración 49

Dictamen del caso..... 49

Conclusiones 50

Reflexión sobre el aprendizaje..... 50



PRESENTACIÓN

Las ciencias parten de la necesidad primordial del ser humano de cuestionarse acerca de los fenómenos que le rodean, para esto es necesario que la curiosidad que desarrollamos en la infancia se mantenga con el fin de transformar esas ideas en cuestionamientos que se puedan llevar a la investigación e indagación más adelante. En muchas de las ocasiones el estudio de las ciencias en la escuela no favorece mantener esa curiosidad y la indagación que debe generarse a partir de ella.

En la actualidad es una necesidad plantear alternativas para incentivar el estudio de las ciencias, haciendo uso de temas llamativos y cotidianos como los elementos que proporcionan las ciencias forenses que están al alcance de los estudiantes a través de noticias, juegos, programas de televisión, series y películas con las cuales interactúan todo el tiempo, que, desde la perspectiva didáctica, y a través de la estrategia de los estudios de caso aplicados a la enseñanza pueden fortalecer la competencia de indagación que favorezcan los procesos de investigación en el aula y que además les permitirán apropiarse herramientas metodológicas que, desde el constructivismo, proveen el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, analítico y reflexivo.

La unidad didáctica planteada desde los estudios de caso en ciencias forenses dirigida a estudiantes de grado décimo, tiene como eje principal articular las asignaturas básicas de las ciencias naturales, biología, química y física con las ciencias forenses, una rama de la ciencia que involucra conocimiento multidisciplinar que se presta para el trabajo desde prácticamente cualquier área, en este caso para la educación en ciencias se busca aprovechar la atracción y curiosidad que genera el tema en los estudiantes para desarrollar competencias como la indagación.

OBJETIVOS

DE ESTA UNIDAD

Para dar cumplimiento al eje principal de la unidad se han formulado los siguientes objetivos:

- Potenciar la competencia de indagación de los estudiantes a través de la implementación de la unidad didáctica forense.

¡Manos a la obra!

- Promover el aprendizaje de temáticas propias de las asignaturas básicas de las ciencias naturales a través de los estudios de caso forenses.

- Fomentar el uso del conocimiento científico en el análisis crítico de estudios de caso asociados a las ciencias forenses.

METODOLOGÍA DE LA UNIDAD

La unidad estará compuesta por 3 casos relacionados a situaciones forenses puntuales tales como: asesinato, en el cual se enfatizara en aspectos de tipo químico, suicidio, enfatizado a los aspectos de orden biológico y accidente aéreo enfocado a los aspectos de orden físico, cada uno de los casos cuenta con los 5 pasos de la estructura del estudio de caso que se ha propuesto para este ejercicio: grandes ideas, historia del caso, momento de exploración, momento de profundización y momento de demostración, estos pasos están bajo los aspectos propios de construcción de la unidad didáctica como se menciona en la estructura de los casos y por encima de todo se valorarán los criterios de la competencia de indagación.

Grandes ideas: Son ideas completas construidas a partir de afirmaciones que están directamente centradas sobre los aspectos puntuales sobre los que trabajara el caso, las ideas conceptuales sobre las que se afianzara todo el proceso de análisis, si bien pueden darse de manera interna como notas para el docente, en este caso se utilizará como el medio para explorar las preconcepciones de los estudiantes, de manera que están ligadas al primer elemento de la construcción de la unidad didáctica.

Historia (caso): el cuerpo del caso o historia es el relato de los hechos que rodean el caso, parte de una historia llamativa, emotiva y muchas veces conmovedora que pasa por reconocer unos personajes, una situación e indispensablemente un dilema que pone al estudiante en contexto de su función dentro del caso. Para este paso está relacionado a elementos de la construcción de la unidad didáctica como lo son la historia y epistemología de los conceptos identificados en las grandes ideas y el cuerpo del caso, así como los múltiples modos semióticos.

Momento de Exploración. Interrogatorio (Preguntas críticas): las preguntas críticas o interrogatorio ayuda a examinar dentro del proceso las ideas importantes las nociones y problemas relacionados con el caso, la redacción propia de estas preguntas permite que el estudiante haga una reflexión sobre los problemas y conlleva precisamente a la aplicación de sus conocimientos en este examen de ideas. Para esta parte se encuentra relacionada de la misma forma con la historia y epistemología, así como los modos semióticos, sin embargo, lleva al estudiante a complementar lo realizado en el paso anterior e induce a realizar parte del análisis metacognitivo a partir del trayecto del caso hasta este punto.



Momento de Profundización. Seguimiento (Actividades de seguimiento): El objetivo del interrogatorio es incentivar la necesidad del estudiante de saber más de esta forma se sugiere a partir de otros materiales como videos, libros, artículos, graficas, tablas, juegos de roles, entre otros, ampliar el conocimiento sobre el caso, lo que permite ampliar el discurso que el estudiante construye sobre la estructura del caso, de esta manera esta parte está ligada puntualmente a las reflexiones metacognitivas que el estudiante puede realizar a este punto del proceso ¿Qué tiene?, ¿Qué le hace falta? ¿Qué puede mejorar, complementar o cambiar? ¿Dónde todavía hay dificultad? Son posibles preguntas que el estudiante puede llegar a plantearse en este momento.

Momento de Demostración. Conclusiones: Finalmente el punto al cual llega un caso forense es el dictamen pericial o conclusión científica de lo sucedido, de esta forma los estudiantes a partir de la valoración del proceso completo adelantado a este momento proponen su propio dictamen o conclusiones, les permite fortalecer habilidades como la comunicación de resultados e ideas de forma eficaz y de un modo más crítico. Para este momento se relaciona puntualmente con elementos de la construcción de la unidad didáctica como la metacognición, que implica el análisis completo del proceso, y la evolución conceptual que se evidencia respecto a las grandes ideas o preconcepciones, basadas en fundamento científico más organizado, apropiado y puntual.



ANTES DE EMPEZAR...ALGUNOS TERMINOS A CONSIDERAR

Ciencia forense Son el conjunto de disciplinas que colaboran con la investigación de todo tipo de hechos delictivos. Esto no quiere decir otra cosa que son las que ayudan a la justicia en el intento de encontrar respuestas a las interrogantes que surgen ante el acontecimiento de una escena del crimen o cualquier otro tipo de acto que tenga una etiología dudosa. Estas ciencias buscan comprender de forma esencial qué pasó, cómo sucedió, cuándo tuvo lugar, dónde se realizaron los actos, por qué se hizo semejante cosa, entre otras interrogantes que se pueden plantear los especialistas al momento de llevar a cabo su trabajo o comenzar a ejercer sus funciones dentro del área donde se haya cometido el delito.

Las ciencias forenses podemos verlas como disciplinas científicas, es decir que tienen una base científica y por ende utilizan los métodos de este campo para las tareas de investigación. Esto quiere decir que los peritos forenses de este campo profesional pueden trabajar siguiendo una serie de principios y fundamentarse de manera sólida en el conjunto de procesos para llegar a las conclusiones que elaboran.

Y como es de esperar y como lo habíamos mencionado anteriormente, las ciencias forenses tienen distintas ramas de especialización. Entre las más conocidas podríamos señalar sin ningún problema la medicina forense, balística, accidentología y antropología forense. Incluso existen otras ramas menos conocidas pero interesantes, como son el arte forense, economía forense y otros. (Euroinnova, s.f)

Investigación criminal La investigación criminal es un conjunto de saberes interdisciplinarios y acciones sistemáticas integrados para llegar al conocimiento de una verdad relacionada con el fenómeno delictivo. La investigación criminal presenta las siguientes características:



Continuidad: La investigación criminal es un proceso concatenado de actividades que están en interrelación con los diversos aspectos que afectan al problema (delito) por investigar, permite que el investigador logre sus propósitos conocidos como el esclarecimiento del delito, captura del autor o autores y el descubrimiento de la verdad, sin olvidar la criminalística.

Metódica: La investigación criminal, por ser un proceso, es planeada, no es errática; el investigador criminal sabe lo que busca, cómo encontrarlo y a dónde recurrir para confrontar hipótesis.

Explicativo-causal: La investigación criminal permitirá a quién, dónde, cuándo, cómo, por qué y para qué se perpetró el delito y con qué medios nos acercamos a la verdad de los hechos.

Previsión: Ninguna actividad, fase o proceso de la investigación criminal puede realizarse sin la previsión y el planeamiento, para sí obtener en forma certera los resultados, deseados y esbozados en el proceso investigativo. Cuanto más completa y exacta sea la investigación, tanto más cerca se estará de la solución de este problema.

Organización: La investigación criminal es una secuencia de pasos sistematizados que, con base en un orden lógico, metodológico y ordenado, permite al investigador y al criminalista conducir su mente a la consecución de los fines deseados.

Actividad analítica-sintética: La investigación criminal es una incesante actividad de análisis y síntesis continua; es decir, la descomposición de un problema en sus elementos que la integran, el análisis de esos elementos y que por inducción (e inferencia) se recomponen e interrelacionan para formular conclusiones menores y a partir de ellas por el mismo proceso de inferencia para extraer conclusiones lógicas y con base en realidades. Es importante tener presente que la omisión en asegurar la prueba disponible o la inexactitud de la investigación y si sobreviene un proceso, pueden ocurrir como consecuencia un extravío de justicia.

Legal: La investigación criminal, por ser conducida por un funcionario perteneciente a un organismo del estado y tener competencia para ello, así como para estar encauzada dentro de la normatividad vigente, es legal y se enmarca siempre con la norma (constitucional, penal, entre otras). (López et al, op.cit, págs. 57-58).

Pasos generales de la investigación criminal

1) Observación Es el proceso de percepción de objetos y procesos, la cual se hace en forma dirigida metódicamente. La observación es una actividad humana que debe practicarse al máximo para obtener buenos resultados. Muchas personas miran un lugar donde se ha cometido un crimen, pero no perciben la información que allí hay, porque no han ejercido tal vez el sentido de observación y desconocen los procedimientos técnico-científicos que se pueden aplicar en un determinado momento.

2) Descripción Expresar las observaciones es un subproducto de la observación y es el umbral necesario para el establecimiento de las explicaciones. La descripción responde a preguntas sobre el objeto o la situación observados y, por lo general, tiene el sentido de relacionar entre sí las características identificadas en la observación para ser comunicadas o sea para socializarlas. La descripción da cuenta del objeto o situación como totalidad y permite relacionar sus elementos (características). Describir, es una actividad que requiere mucho esfuerzo y un procedimiento sistemático. Es así como consta de una serie de acciones, operaciones de orden físico, mental o comunicativo.

3) Explicación Implica establecer relaciones entre los rasgos de un objeto, situación o acontecimiento, para lo cual se utiliza la información que da la observación y la descripción.

4) Probabilidad Significa poder anticipar sobre la base de las explicaciones logradas acerca del comportamiento de los fenómenos, la ocurrencia y modo de manifestarse. (López et al, op.cit, p.54-60).

Criminalística disciplina que aplica fundamentalmente los conocimientos, métodos y técnicas de investigación, de las ciencias naturales en el examen del material sensible significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso con el fin de determinar en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia o bien reconstruirlo o bien señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo. (Moreno, op.cit, págs. 344-345).

Perito / peritaje El perito forense es considerado un profesional de la más alta calidad y cualificación. Es llamado en ocasiones como perito judicial. Su nombre se deriva de la estrecha relación que mantiene como parte importante en la aclaración de cualquier duda, así como su investigación veraz. En el caso del perito forense o perito judicial, el profesional es básicamente un experto que brinda todos sus conocimientos de su área de estudio, para ayudar en la investigación y posterior aclaración de un hecho en un proceso.



Su aparición ocurre cuando, en medio de la disputa, surge un problema que es muy difícil explicar para alguna de las partes, o que incluso el juez desconoce. Se trata de algo común. *Un ejemplo recurrente pueden ser los expertos en balística que son llamados para dar su punto de vista en un asesinato con armas de fuego.* El profesional estudiará el caso, tomando en cuenta todos los factores que intervinieron en el hecho.(C&P, 2019)

Cadena de custodia La cadena de custodia se refiere a la fuerza o cualidad probatoria de la evidencia. Deberá probarse (si fuese requerido por la corte) que la evidencia presentada es realmente la misma evidencia recuperada e la escena del crimen, recibida por el testigo, la víctima, o sospechoso, o adquirida originalmente de alguna forma. Para cumplir con este requerimiento debemos mantener un registro minucioso de la posesión una cadena de custodia, de la evidencia. Esto puede asegurarse mediante un sistema de recibos y registros minuciosos. La cadena de custodia también implica que se mantendrá la evidencia e un lugar seguro, protegida de los elementos, que no permitirá el acceso a la misma a personas que no estén autorizadas.

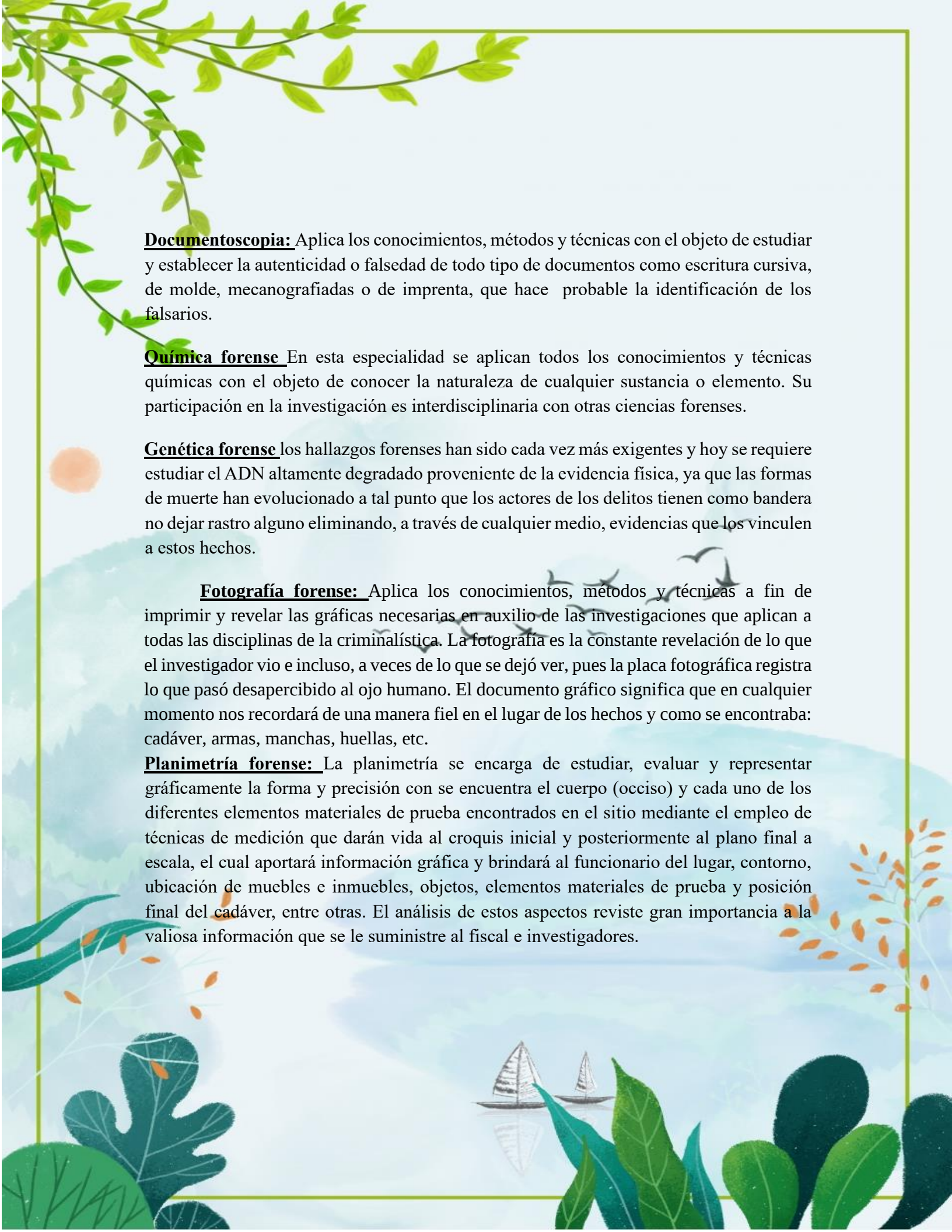
Balística forense Aplica los conocimientos, métodos y técnicas con el objeto de investigar con sus ramas: interior, exterior y de efectos los fenómenos, formas y mecanismos de hechos originados con armas de fuego cortas y largas portátiles.

Lofoscopia: se define como la rama de la criminalística que tiene por objeto la toma, clasificación, archivo y cotejo de los dibujos formados por las crestas papilares en las palmas de las manos y en las plantas de los pies, con fines de identificación. La lofoscopia comprende varias ramas, a saber:

Dactiloscopia: es el procedimiento técnico que tiene por objeto el estudio de los dibujos papilares de la última falange de los dedos de las manos con el fin de identificar a las personas.

Quiroscopia: Se define como la rama de la lofoscopia que estudia los dibujos formados por las crestas papilares en las palmas de las manos, con fines de identificación.

Pelmatoscopia ciencia que estudia la toma, clasificación, archivo y cotejo de las impresiones plantares. La utilización de las impresiones plantares se concreta en la práctica del procedimiento de identificación de recién nacidos en los centros de maternidad para evitar confusiones.



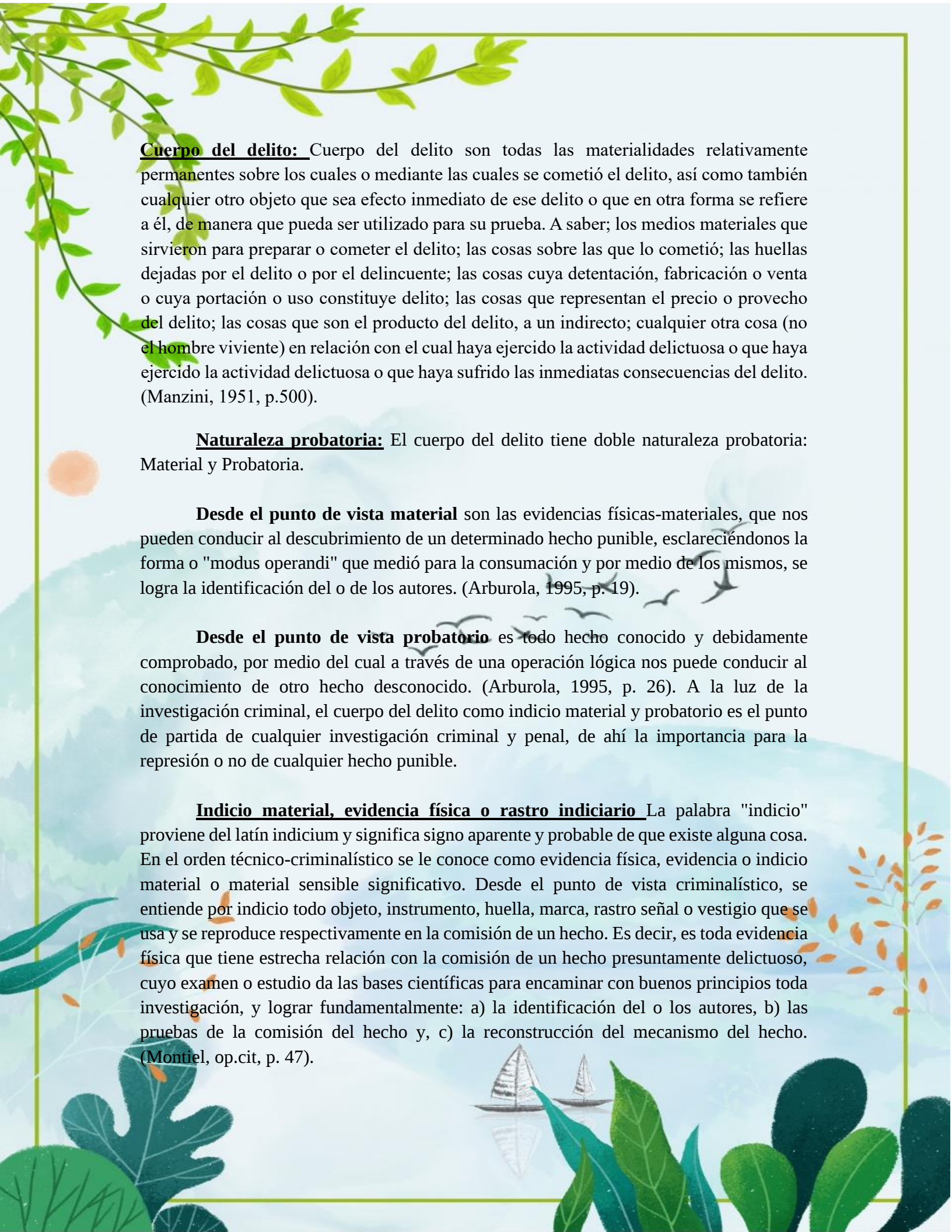
Documentoscopia: Aplica los conocimientos, métodos y técnicas con el objeto de estudiar y establecer la autenticidad o falsedad de todo tipo de documentos como escritura cursiva, de molde, mecanografiadas o de imprenta, que hace probable la identificación de los falsarios.

Química forense En esta especialidad se aplican todos los conocimientos y técnicas químicas con el objeto de conocer la naturaleza de cualquier sustancia o elemento. Su participación en la investigación es interdisciplinaria con otras ciencias forenses.

Genética forense los hallazgos forenses han sido cada vez más exigentes y hoy se requiere estudiar el ADN altamente degradado proveniente de la evidencia física, ya que las formas de muerte han evolucionado a tal punto que los actores de los delitos tienen como bandera no dejar rastro alguno eliminando, a través de cualquier medio, evidencias que los vinculen a estos hechos.

Fotografía forense: Aplica los conocimientos, métodos y técnicas a fin de imprimir y revelar las gráficas necesarias en auxilio de las investigaciones que aplican a todas las disciplinas de la criminalística. La fotografía es la constante revelación de lo que el investigador vio e incluso, a veces de lo que se dejó ver, pues la placa fotográfica registra lo que pasó desapercibido al ojo humano. El documento gráfico significa que en cualquier momento nos recordará de una manera fiel en el lugar de los hechos y como se encontraba: cadáver, armas, manchas, huellas, etc.

Planimetría forense: La planimetría se encarga de estudiar, evaluar y representar gráficamente la forma y precisión con se encuentra el cuerpo (occiso) y cada uno de los diferentes elementos materiales de prueba encontrados en el sitio mediante el empleo de técnicas de medición que darán vida al croquis inicial y posteriormente al plano final a escala, el cual aportará información gráfica y brindará al funcionario del lugar, contorno, ubicación de muebles e inmuebles, objetos, elementos materiales de prueba y posición final del cadáver, entre otras. El análisis de estos aspectos reviste gran importancia a la valiosa información que se le suministre al fiscal e investigadores.



Cuerpo del delito: Cuerpo del delito son todas las materialidades relativamente permanentes sobre los cuales o mediante las cuales se cometió el delito, así como también cualquier otro objeto que sea efecto inmediato de ese delito o que en otra forma se refiere a él, de manera que pueda ser utilizado para su prueba. A saber; los medios materiales que sirvieron para preparar o cometer el delito; las cosas sobre las que lo cometió; las huellas dejadas por el delito o por el delincuente; las cosas cuya detentación, fabricación o venta o cuya portación o uso constituye delito; las cosas que representan el precio o provecho del delito; las cosas que son el producto del delito, a un indirecto; cualquier otra cosa (no el hombre viviente) en relación con el cual haya ejercido la actividad delictuosa o que haya ejercido la actividad delictuosa o que haya sufrido las inmediatas consecuencias del delito. (Manzini, 1951, p.500).

Naturaleza probatoria: El cuerpo del delito tiene doble naturaleza probatoria: Material y Probatoria.

Desde el punto de vista material son las evidencias físicas-materiales, que nos pueden conducir al descubrimiento de un determinado hecho punible, esclareciéndonos la forma o "modus operandi" que medió para la consumación y por medio de los mismos, se logra la identificación del o de los autores. (Arburola, 1995, p. 19).

Desde el punto de vista probatorio es todo hecho conocido y debidamente comprobado, por medio del cual a través de una operación lógica nos puede conducir al conocimiento de otro hecho desconocido. (Arburola, 1995, p. 26). A la luz de la investigación criminal, el cuerpo del delito como indicio material y probatorio es el punto de partida de cualquier investigación criminal y penal, de ahí la importancia para la represión o no de cualquier hecho punible.

Indicio material, evidencia física o rastro indiciario La palabra "indicio" proviene del latín indicium y significa signo aparente y probable de que existe alguna cosa. En el orden técnico-criminalístico se le conoce como evidencia física, evidencia o indicio material o material sensible significativo. Desde el punto de vista criminalístico, se entiende por indicio todo objeto, instrumento, huella, marca, rastro señal o vestigio que se usa y se reproduce respectivamente en la comisión de un hecho. Es decir, es toda evidencia física que tiene estrecha relación con la comisión de un hecho presuntamente delictuoso, cuyo examen o estudio da las bases científicas para encaminar con buenos principios toda investigación, y lograr fundamentalmente: a) la identificación del o los autores, b) las pruebas de la comisión del hecho y, c) la reconstrucción del mecanismo del hecho. (Montiel, op.cit, p. 47).



Colección de evidencia física Para no alterar las huellas y conservar las que están, se indican algunas técnicas para la colección adecuada de los indicios en el escenario del suceso a fin de conservarlos primitivamente como las dejó el autor después de la consumación del hecho que se investiga. La colección de indicios se efectúa después de haber observado y fijado el lugar de los hechos y, se lleva a cabo con tres operaciones fundamentales que son: **a) Levantamiento. b) Embalaje. c) Etiquetado.**

Levantamiento: Es aquella operación que permite recoger la evidencia del sitio del suceso. (Arburola, 1992, p.46). El manejo inadecuado de la evidencia física conduce a su contaminación, deterioro o destrucción, siendo ésta la causa más frecuente que impide su ulterior examen en el laboratorio. Por ésta razón, cuando llegue el momento de proceder a su levantamiento, se realizará con la debida técnica a fin de evitar tan lamentables consecuencias.

Embalaje: Se entiende por embalaje aquella maniobra que se realiza para guardar, inmovilizar y lograr la protección de un indicio. (Arburola, 1992, p.46). El objeto principal de embalar un indicio consiste en individualizar y garantizar la integridad del elemento probatorio, y por tanto después de haber levantado los indicios, es necesario protegerlos en recipientes propios a efectos de que lleguen sin contaminación ni alteración al laboratorio y los resultados de sus análisis sean auténticos y confiables.

Etiquetado: Es la operación final que se efectúa con el objeto de reseñar el lugar de procedencia del indicio en cuestión. El etiquetado debe llevarse a cabo en todos los casos, separando un indicio de otro, es decir individualizándolos y adjuntándoles una etiqueta que mencione lo siguiente: a) El número de acta o averiguación previa; b) El lugar de los hechos; c) La hora de intervención; d) La clase de indicio; e) El lugar preciso de dónde se recogió; f) Las huellas o características que presenta; h) la fecha, nombre y firma del investigador que lo descubrió y que lo suministraba al laboratorio. (Montiel, op.cit, p. 114).

Indicio probatorio Es todo hecho conocido y debidamente comprobado por medio del cual a través de una operación lógica nos puede conducir al conocimiento de otro hecho desconocido. (Arburola, 1995, p. 26). El indicio probatorio presenta la siguiente estructura:



Un hecho conocido, comprobado: llamado hecho indicante, indicador o causa.
Un hecho desconocido: el que se procura probar o conocer. Se le llama indicado, principal o efecto. **Una inferencia lógica o juicio de razonamiento:** ésta inferencia lógica hace referencia a que parte del hecho conocido se podrá deducir con probabilidad o certeza el hecho indicado.

Una regla de la experiencia: el saber experiencial es importante para el manejo de cualquier tipo de prueba. (Arburola, 1995, p.33).

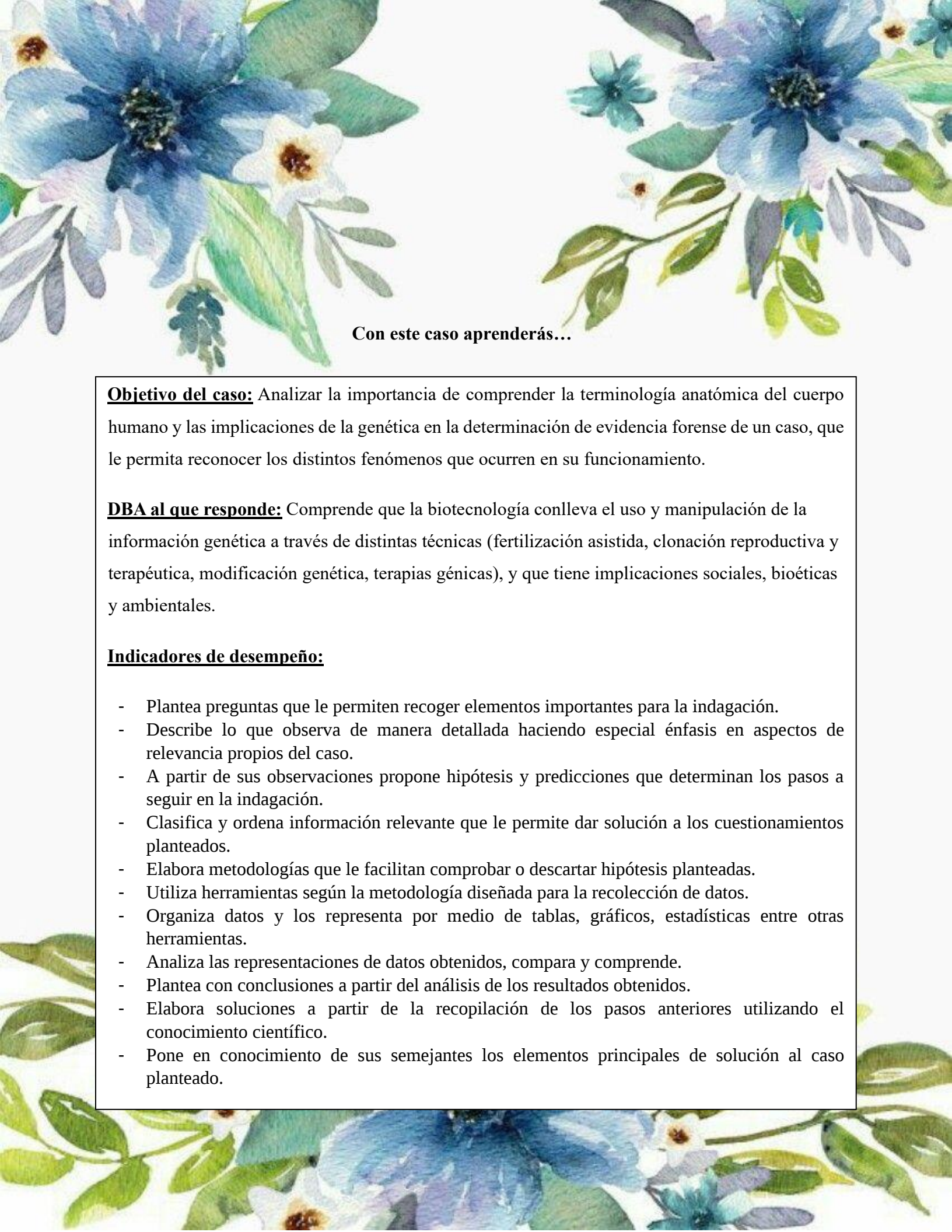
Principio de intercambio de indicios El principio de intercambio de indicios fue creado por Edmond Locard. Los indicios o evidencias físicas proceden principalmente de las siguientes fuentes: **a)** Del sitio o lugar de los hechos. **b)** Del presunto responsable o autor. **c)** De la víctima u ofendido. Cuando se produce la comisión de un hecho delictivo en un porcentaje muy alto, se produce un intercambio de indicios o evidencias entre la víctima y el autor del hecho. (Arburola, 1995, p.28).



Caso 1.

Un suicidio atípico





Con este caso aprenderás...

Objetivo del caso: Analizar la importancia de comprender la terminología anatómica del cuerpo humano y las implicaciones de la genética en la determinación de evidencia forense de un caso, que le permita reconocer los distintos fenómenos que ocurren en su funcionamiento.

DBA al que responde: Comprende que la biotecnología conlleva el uso y manipulación de la información genética a través de distintas técnicas (fertilización asistida, clonación reproductiva y terapéutica, modificación genética, terapias génicas), y que tiene implicaciones sociales, bioéticas y ambientales.

Indicadores de desempeño:

- Plantea preguntas que le permiten recoger elementos importantes para la indagación.
- Describe lo que observa de manera detallada haciendo especial énfasis en aspectos de relevancia propios del caso.
- A partir de sus observaciones propone hipótesis y predicciones que determinan los pasos a seguir en la indagación.
- Clasifica y ordena información relevante que le permite dar solución a los cuestionamientos planteados.
- Elabora metodologías que le facilitan comprobar o descartar hipótesis planteadas.
- Utiliza herramientas según la metodología diseñada para la recolección de datos.
- Organiza datos y los representa por medio de tablas, gráficos, estadísticas entre otras herramientas.
- Analiza las representaciones de datos obtenidos, compara y comprende.
- Plantea conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos.
- Elabora soluciones a partir de la recopilación de los pasos anteriores utilizando el conocimiento científico.
- Pone en conocimiento de sus semejantes los elementos principales de solución al caso planteado.

Grandes ideas:

- Anatomía humana
- Terminología médica
- Autopsia legal
- Genética

Historia del caso:

Suicidio atípico: a propósito de un caso

Se trata del cadáver de un varón de edad avanzada, encontrado en el suelo de una de las dependencias del patio de su vivienda. El cuerpo se encontraba en posición de decúbito supino, con la cabeza recostada sobre un saco. En la sien derecha presentaba un orificio ensangrentado compatible con el producido por arma de fuego del que partía un reguero sanguinolento que cubría la parte derecha de cara y cuello. En la camisa que portaba se pudieron apreciar manchas de sangre por impregnación y salpicadura en la porción anterosuperior de la misma. En la mano derecha aparecían manchas de salpicadura de sangre en el dorso. El lugar del levantamiento estaba ordenado, sin signos de haberse producido una pelea y tampoco en las ropas del fallecido se encontraron señales de desgarros que pudieran indicar signos de lucha. En un mostrador de madera situado a los pies del cadáver, se encontró un revólver francés antiguo y sendas notas manuscritas dirigidas al Juez y Forense, respectivamente.

Tras proceder al levantamiento del cadáver, fue conducido al Instituto Anatómico Forense de Cartagena donde se procedió a practicar la autopsia en la que se pudo apreciar:

En el examen externo: En la cara interna de la muñeca izquierda, se observó una herida incisa con carácter vital, que no afectaba a planos profundos. En la mano derecha aparecieron manchas de sangre a modo de salpicadura por proyección, siendo éstas más abundantes en el dorso. En región temporal derecha, presentaba un orificio con forma redondeada, con cintilla de contusión y rodeado de tatuaje, correspondiéndose por sus características a orificio de entrada de arma de fuego. En la nuca apareció un orificio redondeado, con cintilla de contusión y tatuaje, con similares características a la herida descrita anteriormente, por lo que se trataría de un orificio de entrada por arma de fuego.

En el resto de la superficie corporal no se apreciaron signos de violencia traumática alguna, ni aparecieron orificios de salida.

En el examen interno: Una vez descubierto el cráneo y disecados los músculos temporales, se encontró en

En la parte posterior del cuello, coincidiendo con el orificio de entrada situado en la nuca, apareció un infiltrado hemorrágico con desgarró de planos musculares cervicales siguiendo una trayectoria rectilínea de atrás hacia delante, de derecha a izquierda y ligeramente de arriba hacia abajo (en referencia al plano del cadáver), con fractura del cuerpo vertebral de C3, con dislaceración del paquete vasculonervioso izquierdo cervical (carótida primitiva y yugular interna). A ese nivel (zona laterocervical izquierda) se encontró un segundo proyectil.

De los datos recogidos en el levantamiento y de los hallazgos de la autopsia se realizaron las siguientes consideraciones y conclusiones médico-forenses: La herida incisa superficial que presentaba en la cara interna del antebrazo izquierdo, por sus características de vitalidad y localización, podían corresponderse con intento de suicidio inmediatamente anteriores a la muerte. El sujeto realizó un primer disparo sobre la región temporal derecha, pero debido a las características del cartucho (muy antiguo y con pólvora mal conservada), al impactar el proyectil sobre el hueso, se deformó no perforándolo y siguiendo una trayectoria descendente, atravesó planos musculares profundos de la región facial, finalmente se alojó en la cresta cigomático alveolar derecha, donde se extrajo el proyectil. Al no producirle la muerte ese primer disparo, realizó un segundo disparo sobre la nuca, que tuvo efectos mortales al lesionar el paquete vasculonervioso del cuello produciendo una gran hemorragia, alojándose el proyectil en región laterocervical izquierda. Probablemente, de haber impactado este segundo proyectil en el cráneo habría ocurrido lo mismo que con el primer disparo.

Como conclusiones médico forenses se estableció que la etiología de la muerte fue violenta suicida debido a disparo por arma de fuego que produjo una gran hemorragia al lesionar el paquete vasculonervioso del cuello.

DISCUSIÓN: Para establecer el diagnóstico diferencial entre la naturaleza accidental, suicida o criminal en casos de muerte por arma de fuego se deben tener en cuenta una serie de elementos importantes:

Procedentes del lugar de los hechos: Como existencia de desorden, lo que constituiría un indicio de lucha y por tanto haría sospechar de etiología criminal; la presencia de huellas e impresiones sangrientas (salpicaduras, regueros, impresiones de pies y manos), que ayudarían a la reconstrucción de la escena; datos como la presencia de notas escritas por el suicida, encontrar la puerta cerrada por dentro con llave, son datos significativos para establecer la etiología médico legal; el empleo de armas improvisadas o con

La presencia de lesiones sobre el cadáver que puedan hacer pensar que ha existido resistencia y defensa. Pueden asentar en cualquier parte del cuerpo (palma de la mano al intentar tomar el arma por el cañón, cráneo cuando el sujeto se inclina tratando de esquivar el disparo, tórax, etc.

Lesiones por intentos previos de suicidio antiguas o recientes La localización de las heridas. Puesto que en el suicida por arma de fuego las lesiones se localizan en regiones donde la muerte se produce de forma instantánea: La región temporal derecha (en zurdos la izquierda), región precordial, frente, boca y región submentoniana. Estas dos últimas, junto a la cara anterior del cuello se vinculan generalmente a las armas largas.

El número de heridas: en el suicidio, por lo general suele haber una sola herida, mientras que en el homicidio, por el contrario, puede haber varios disparos y localizados en regiones distintas.

Dirección del disparo: para que el suicidio sea admisible, la dirección del disparo ha de ser compatible con la posición del arma empuñada por la víctima. Normalmente los disparos suicidas llevan una dirección de abajo hacia arriba, de delante hacia atrás y de derecha a izquierda (siendo de izquierda a derecha en los zurdos). Por el contrario, en el homicidio la dirección suele ser de arriba hacia abajo

Distancia a la que se hizo el disparo: para que un disparo sea considerado como suicida, debe haber sido hecho a corta distancia.

Señales de pólvora en la mano del suicida: Al disparar un arma de fuego suele producirse la proyección de partículas de pólvora por el orificio posterior del cañón, que se incrustan en la mano que empuña el arma, dejando restos de ahumamiento en la palma (signo de Taylor), en el espacio interdigital comprendido entre el pulgar e índice. También se han señalado la existencia de determinados signos en la mano opuesta que sostiene el cañón al aproximarlos al blanco. Consisten en ahumados, salpicaduras de sangre, erosiones o contusiones en el dorso de los dedos.

Es fundamental comprobar si el proyectil encontrado en el cuerpo de la víctima ha sido disparado con el arma que aparece en el lugar de los hechos. De ahí la importancia de no acabar nunca una autopsia sin haber localizado y extraído el proyectil. En el caso que se expone en este artículo las características de la muerte hacían pensar en una etiología homicida. A favor de esto se encontraba el hecho de que se hiciera un doble disparo y, fundamentalmente, la localización. Aunque en la literatura se han recogido casos de disparos múltiples de origen suicida, estos generalmente han sido producidos por armas automáticas que

En el caso analizado, de los dos disparos realizados, el que entró por región temporal derecha llevaba una dirección de arriba hacia abajo y el segundo, con orificio de entrada en la nuca, llevaba una dirección de atrás hacia delante, de derecha a izquierda y ligeramente de arriba hacia abajo. Como vemos, la dirección que siguieron los proyectiles tampoco fue la usual en los casos de suicidio (de abajo hacia arriba, de derecha a izquierda y de delante hacia atrás), pero esto se explicó por las características del cartucho (muy antiguo y con pólvora mal conservada) que hizo que se deformase el proyectil al impactar sobre el hueso modificando la trayectoria.

Del examen del lugar de los hechos y del estudio de las ropas del fallecido, así como de las lesiones presentadas, no se pudo apreciar la evidencia de signos de lucha. La existencia de la herida incisa superficial en muñeca izquierda con características vitales y con una data inmediatamente anterior a la muerte del sujeto, indica la posibilidad de intento previo de autolisis con un arma blanca. Esto último no es excepcional puesto que está descrito en la literatura la existencia de mecanismos dobles de suicidio, sobre todo cuando el primero no ha sido suficientemente eficaz.

El estudio de las manchas de sangre que aparecen en el dorso de la mano derecha son compatibles con manchas de proyección tras producirse los disparos. También en el estudio de criminalística efectuado se pudo constatar que en la mano derecha aparecían señales de pólvora.

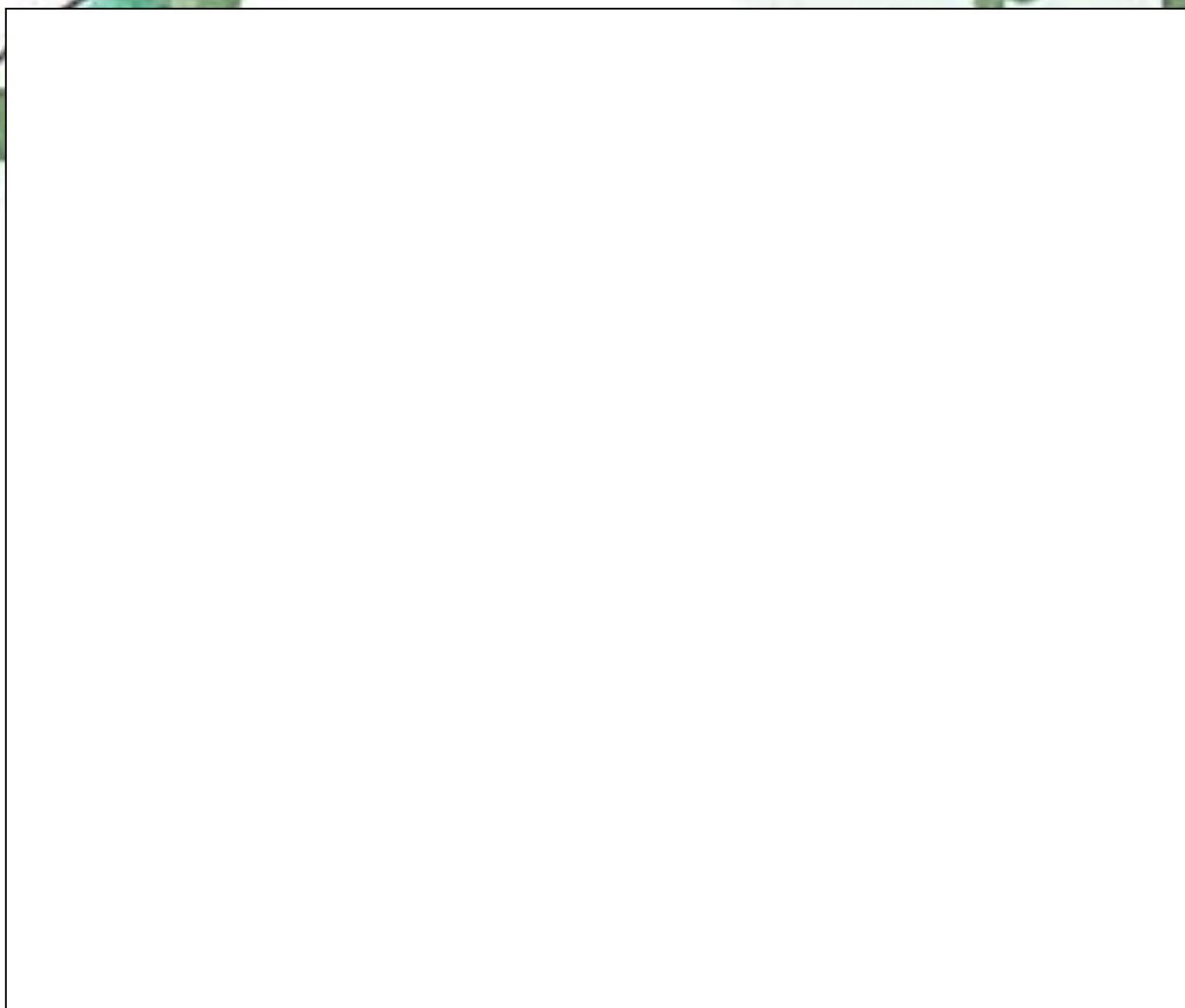
También, la existencia de dos notas manuscritas dirigidas al Juez y al Forense que, comparadas con otros documentos encontrados en la vivienda, se comprobó que pertenecían al fallecido.

A INVESTIGAR...

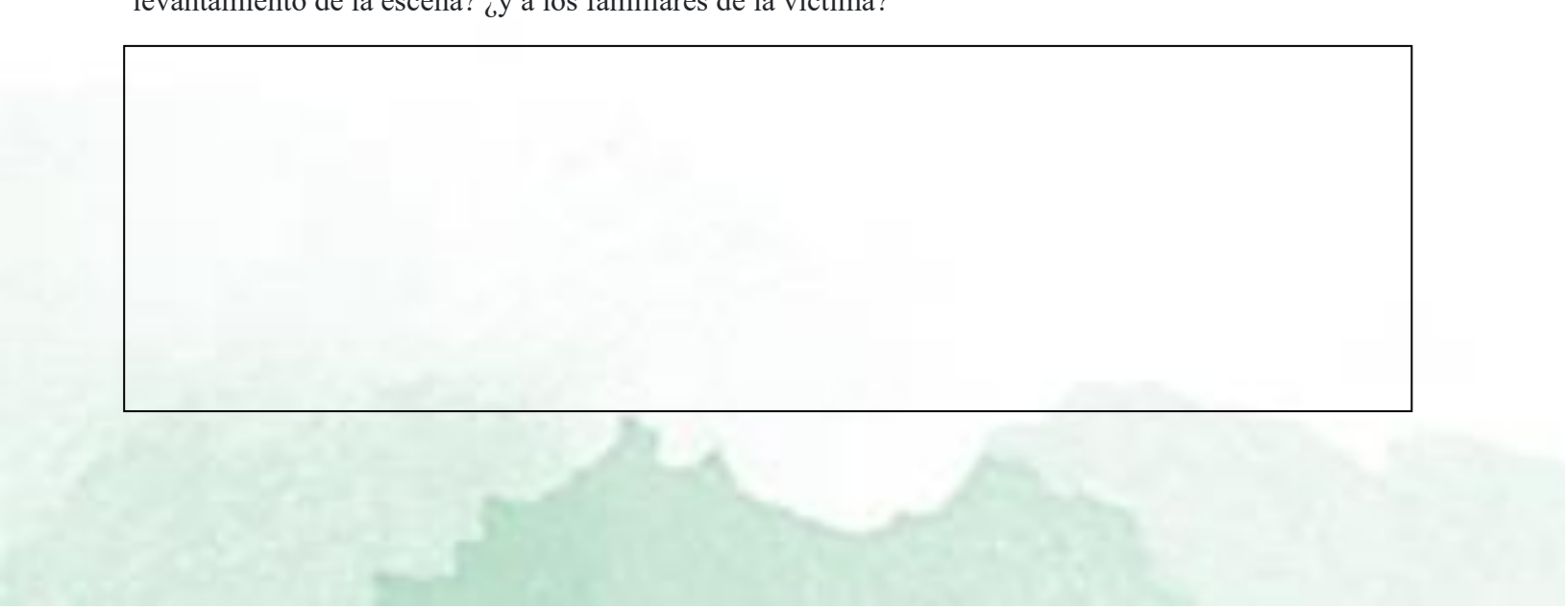
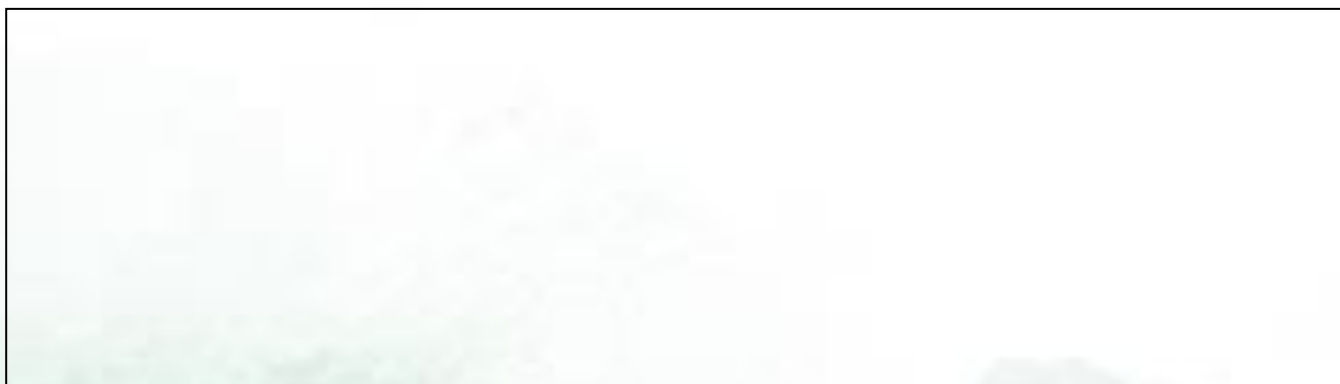
MOMENTO DE EXPLORACIÓN

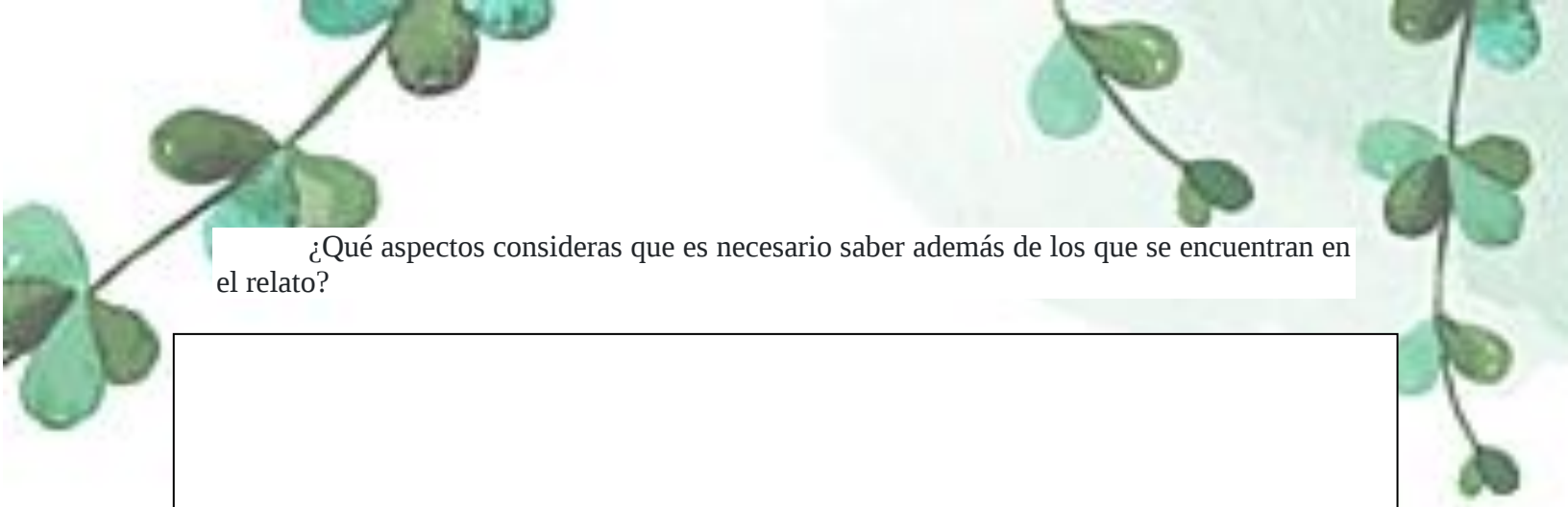
Interrogatorio

A partir de la lectura juiciosa del caso: Extrae la información que consideras es de vital importancia para el caso ¿Cuáles serían esas ideas?

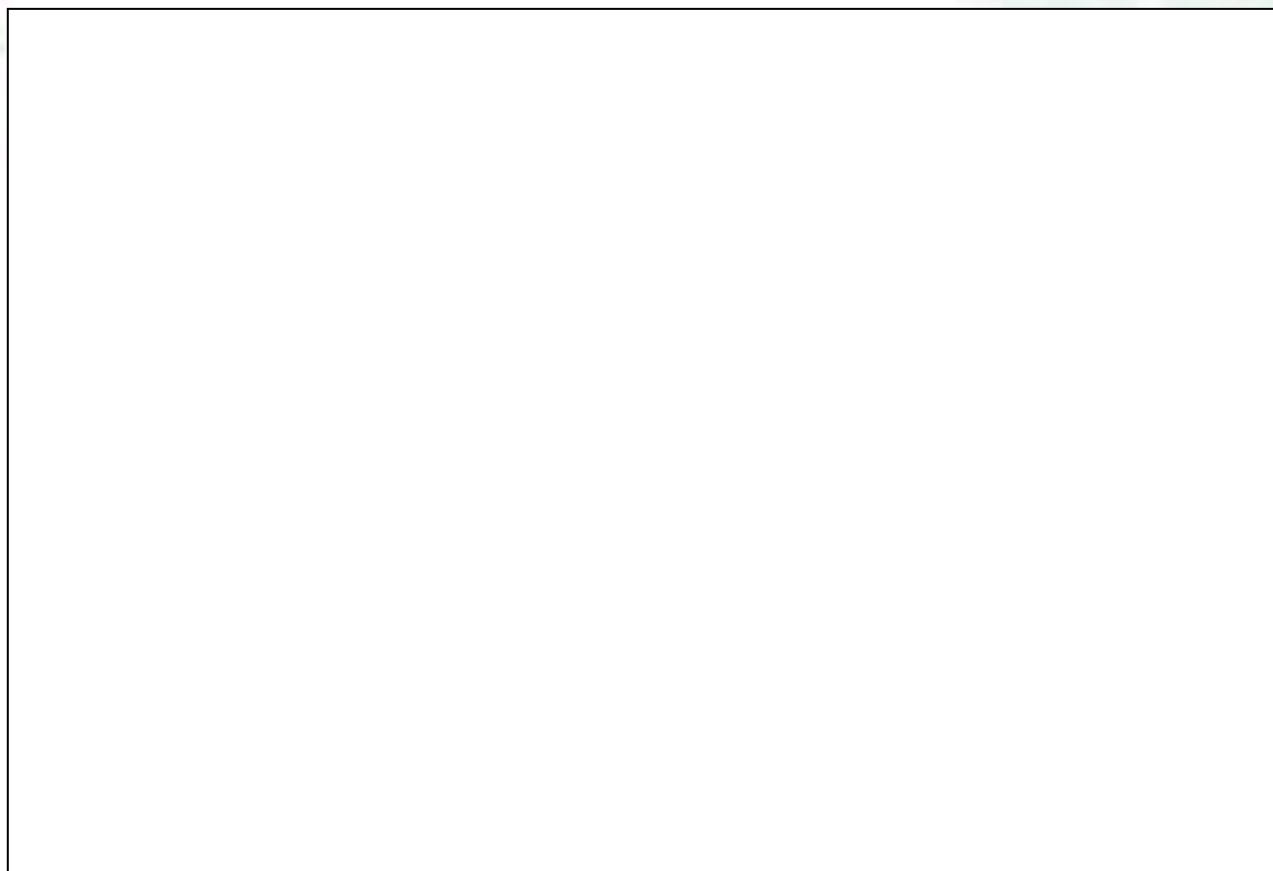


Frente a la lectura del caso ¿Qué preguntas formularias a los encargados de hacer el levantamiento de la escena? ¿y a los familiares de la víctima?



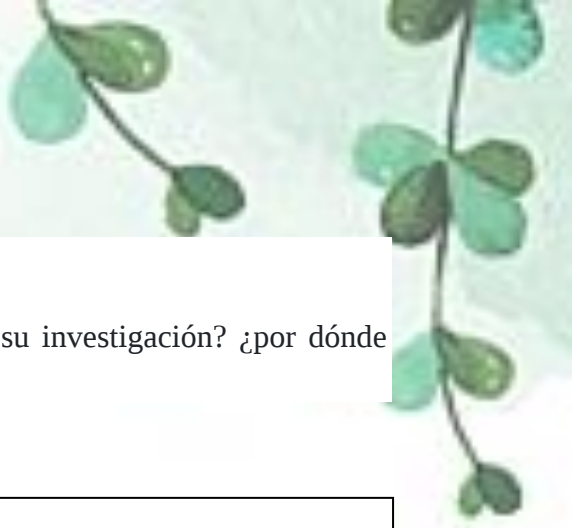


¿Qué aspectos consideras que es necesario saber además de los que se encuentran en el relato?



¿Qué observaciones, deducciones e hipótesis podías formular a partir de la información y los detalles que se plantean en el relato del caso?





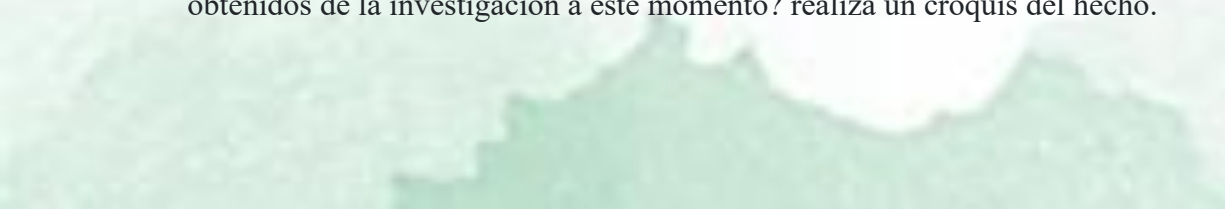
MOMENTO DE PROFUNDIZACION

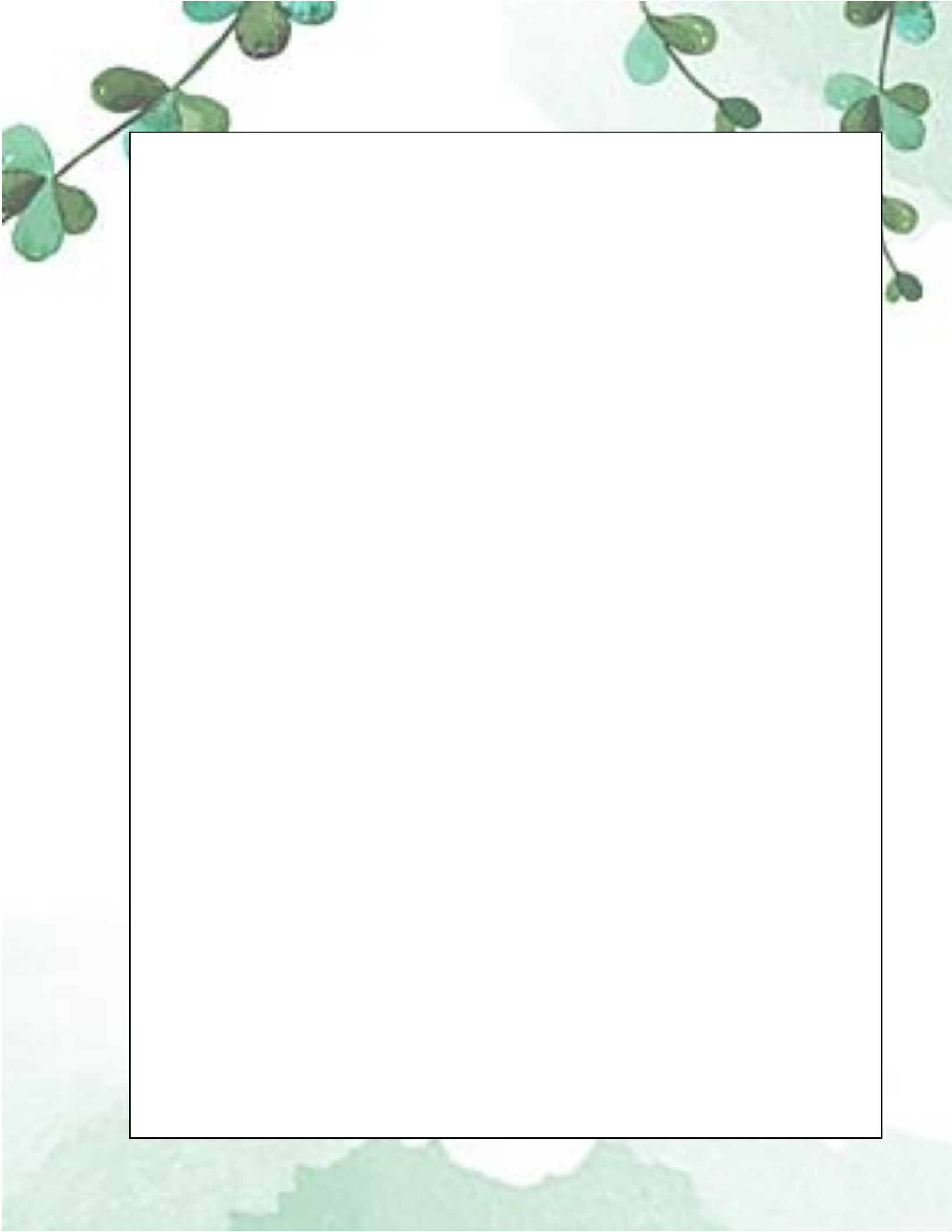
¿Cómo organizarías una metodología acorde para el caso y su investigación? ¿por dónde empezarías, cuáles serían tus objetivos?

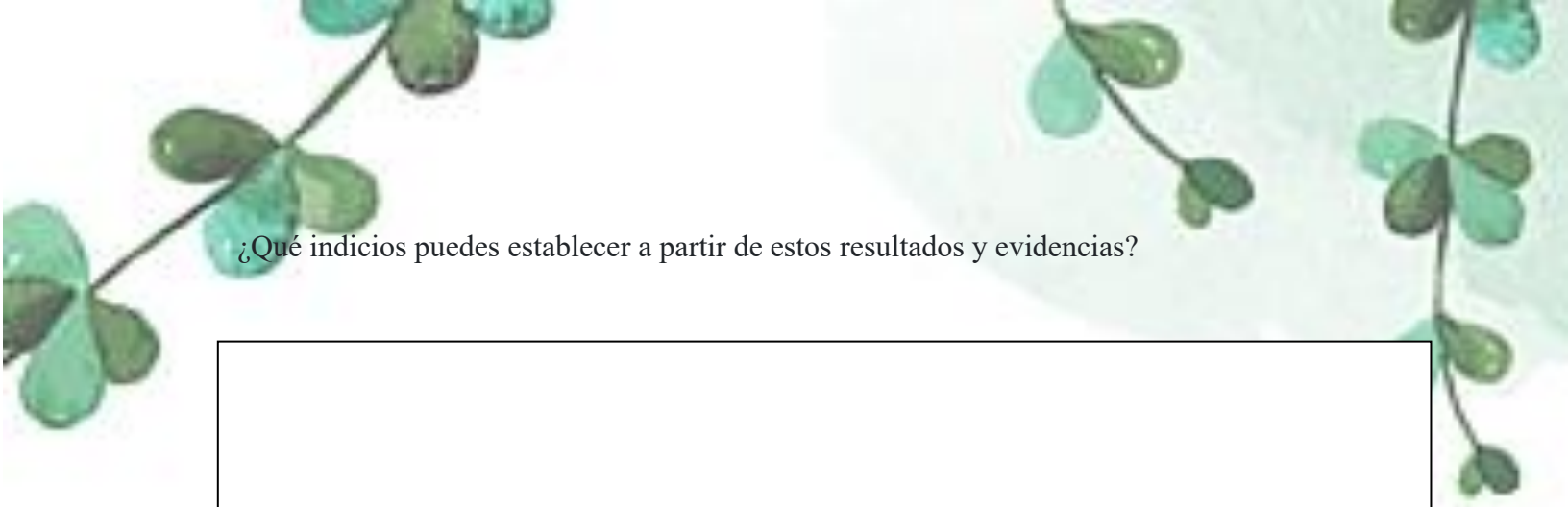
Seguimiento

¿Qué pruebas o instrumentos, serían necesarios aplicar para dar unos resultados consistentes a la investigación? ¿cómo se realizan estas pruebas? ¿Qué tipo de resultados nos arrojarían?

¿Cómo podríamos representar de la forma más clara posible las evidencias y los resultados obtenidos de la investigación a este momento? realiza un croquis del hecho.







¿Qué indicios puedes establecer a partir de estos resultados y evidencias?



MOMENTO DE DEMOSTRACION

Actividad final: Dictamen del caso

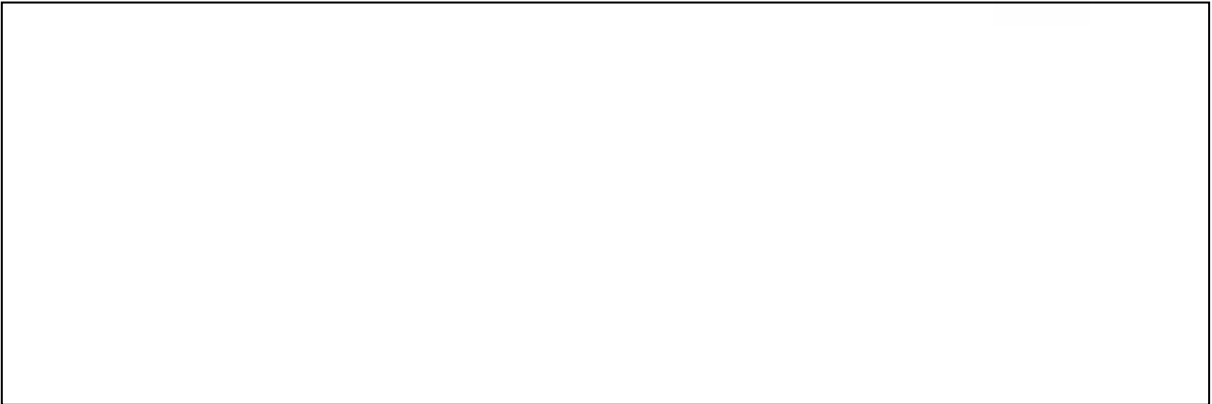
Reuniendo el ejercicio anterior ¿cómo quedaría el dictamen final del caso? ¿cómo quedaría planteado para presentarlo al juez?





Conclusiones

Considerando las grandes ideas que se trataron de abordar en este caso y los resultados e interpretaciones obtenidas ¿A qué conclusiones podríamos llegar?



Reflexión sobre el aprendizaje

¿Qué reflexiones puedo considerar sobre mi aprendizaje a partir de este caso?





Caso 2.

El caso "Jimena Hernández"





Con este caso aprenderás...

Objetivo del caso: Proponer explicaciones basadas en el argumento científico acerca de las reacciones químicas que se producen en las diferentes pruebas químicas aplicadas a rastros biológicos presentes en la escena del crimen y que permiten determinar la cronología y procedencia de los hechos que dan lugar al acto delictivo.

DBA al que responde: Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.

Indicadores de desempeño:

- Plantea preguntas que le permiten recoger elementos importantes para la indagación.
- Describe lo que observa de manera detallada haciendo especial énfasis en aspectos de relevancia propios del caso.
- A partir de sus observaciones propone hipótesis y predicciones que determinan los pasos a seguir en la indagación.
- Clasifica y ordena información relevante que le permite dar solución a los cuestionamientos planteados.
- Elabora metodologías que le facilitan comprobar o descartar hipótesis planteadas.
- Utiliza herramientas según la metodología diseñada para la recolección de datos.
- Organiza datos y los representa por medio de tablas, gráficos, estadísticas entre otras herramientas.
- Analiza las representaciones de datos obtenidos, compara y comprende.
- Plantea conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos.
- Elabora soluciones a partir de la recopilación de los pasos anteriores utilizando el conocimiento científico.
- Pone en conocimiento de sus semejantes los elementos principales de solución al caso planteado.

Grandes ideas:

- Aparato reproductor masculino
- ADN
- Identificación de compuestos químicos
- Principios de las pruebas químicas

Historia del caso:

El caso "Jimena Hernández"

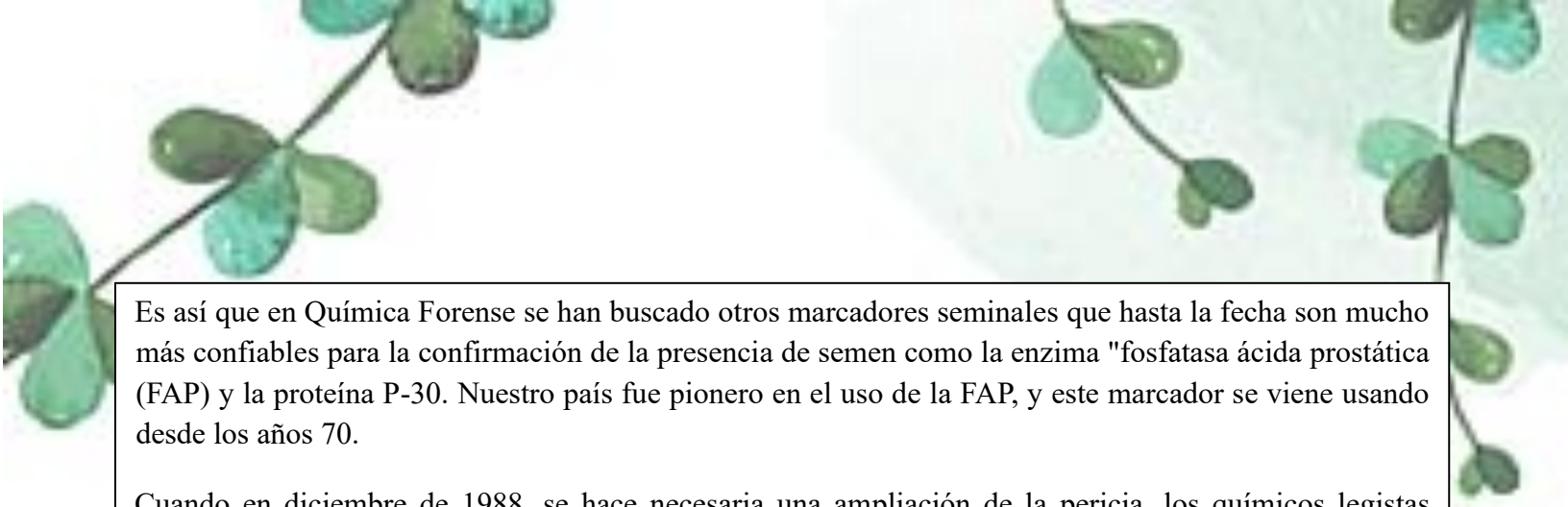
por la Dra. Alicia G. Faletti

Toxicología y Química Legal

El día 12 de julio de 1988, a las 18 horas, el cuerpo sin vida de la alumna Jimena Hernández, es encontrado en el natatorio de un centenario colegio católico. Dos meses más tarde el Juez de Instrucción actuante, cierra la causa donde se resuelve que la niña murió ahogada a pesar de que los pulmones y el estómago de la pequeña víctima, no exhiben ni una sola gota de agua, además de la presencia acusadora de una mancha de semen en la malla con la que fue encontrada sin vida.

Algunos meses después, por la insistencia de la madre de la víctima, la intervención de los medios y gracias al accionar de un abogado que desafió al sistema, el caso se abre nuevamente. Las primeras pericias químico legales realizadas sobre la prenda de la niña se informaron en agosto de 1988 y daban como resultado la presencia de fluido seminal en la misma. A esta conclusión llega el Laboratorio Químico de la Policía Federal, en base a los resultados obtenidos en la determinación de fosfatasa ácida prostática y a la formación de cristales de yoduro de colina (cristales de Florence). Si bien no se hallaron espermatozoides en la muestra, esto no invalida la conclusión de la presencia de fluido seminal.

Normalmente en la investigación de delitos de violación y abuso sexual la búsqueda de semen es de gran importancia ya que éste puede utilizarse como elemento de identificación humana y para descartar sospechosos. Básicamente el espermatozoide es categórico, pero su ausencia no descarta la posibilidad de que el fluido en estudio sea semen. Esto se debe básicamente a que estos elementos figurados se destruyen con cierta facilidad o porque puede tratarse de semen de un individuo oligozoospermico o azoospermico (poca cantidad o ausencia de espermatozoides respectivamente). Cabe destacar también la posibilidad de individuos que se practicaron la vasectomía. Hoy se sabe que los espermatozoides proveen la mayoría del DNA en una muestra eyaculada por el hombre pero existe además una pequeña cantidad de DNA proveniente de leucocitos y células epiteliales. Por lo tanto un individuo azoospermico tendrá en el semen tan sólo un 6% del DNA que tendría un individuo normal. Esta cantidad es suficiente para obtener resultados confiables y concluyentes para ser usados como prueba.



Es así que en Química Forense se han buscado otros marcadores seminales que hasta la fecha son mucho más confiables para la confirmación de la presencia de semen como la enzima "fosfatasa ácida prostática (FAP) y la proteína P-30. Nuestro país fue pionero en el uso de la FAP, y este marcador se viene usando desde los años 70.

Cuando en diciembre de 1988, se hace necesaria una ampliación de la pericia, los químicos legistas intervinientes, entre ellos el Dr. Fernando Cardini como perito de parte e integrante de la Cátedra de Toxicología y Química Legal de la FCEyN, se hallan frente a un rastro de alta complejidad. La cantidad de muestra era pequeña, de vieja data y habían sido sometidas además a variables de degradación como inmersión, lavado, manipuleo incorrecto, contaminación, etc. Por lo tanto los nuevos análisis debían hacerse con metodologías más confiables y acorde a las condiciones a que habían sido sometidas las muestras. Por lo tanto se sometieron muestras testigo (fluido seminal humano en tela similar a la de la víctima) a las mismas condiciones que había sufrido la muestra en cuestión. Esto permitió concluir que el marcador principal seminal aceptado hasta el momento (FAP) podía encontrarse en una malla de esas características, aún después de 45 minutos de inmersión en agua de pileta. Esto confirmó la presencia de fluido seminal en la prenda de la víctima.

La siguiente etapa consiste en la búsqueda de marcadores genéticos que permitan tipificar el fluido encontrado. Se trató de estudiar las isoenzimas polimórficas pero lamentablemente el tiempo transcurrido mostró la inactividad de estas sustancias. A fines de diciembre, se plantea la colaboración de profesionales del exterior para analizar el DNA de la muestra, sin precedentes en la justicia argentina, ya que tan sólo un par de años antes habían comenzado a dar su aporte a la Ciencia Forense primero en Europa y luego en EEUU.

Los antecedentes bibliográficos indicaban que en una mancha seca de origen seminal, preservada bajo determinadas condiciones y en concentración adecuada, las probabilidades de encontrar el patrón genético del emisor eran elevadas. En este caso, la evidencia física hallada en la malla de Jimena, mostraba una baja concentración de fluido, ausencia de espermatozoides, alta contaminación microbiana, exposición prolongada a agentes oxidantes (cloro de la pileta) y comprobada degradación de proteínas y enzimas. A pesar de ello, la Justicia Argentina consideró que bien valía la pena este intento y remitió el escaso material a un laboratorio especializado de EEUU. Lamentablemente ya habían pasado muchos meses desde el homicidio y esto era una importante ventaja para el victimario.

Cabe citar el último párrafo del informe escrito por el Dr. Fernando Cardini presentado en su oportunidad, al juzgado interviniente después de conocer los resultados de los análisis: "..... Es lógico suponer que un resultado positivo hubiera brindado información muy valiosa en la investigación. No olvidemos que el tiempo lo manejamos en un solo sentido y no nos permite hacer los análisis que se podrían haber realizado 6 meses atrás".

Algunos "expertos forenses" sostenían que si no se habían encontrado espermatozoides, esa mancha no era semen. Además aseguraban que el no haber podido obtener un resultado positivo en la búsqueda de un marcador genético, fundamentaba aún más su posición y que el caso no había sido asesinato sino un accidente fatal. A pesar de ellos, la evidencia física indiscutible de la presencia de la FAP y la demostración experimental de que este tipo de material biológico se mantenía a pesar de la inmersión por más de 45 minutos dio lugar a la verificación de la única hipótesis valedera e irrefutable, Jimena había sido asesinada y colocada en la pileta para simular un accidente.

Tal vez la historia hubiera sido otra si el primer Juez de Instrucción, en lugar de desestimar la primera pericia realizada de la prenda, se hubiera planteado otra hipótesis de investigación, además de la indemostrable hipótesis de accidente fatal.

En una investigación criminal deben formularse todas las hipótesis posibles y plantear en base al método científico todos los diseños de experimentos necesarios para validar o refutar cada una de ellas. En este caso, paradigmas como "no hay espermatozoides, no hay semen", el desconocimiento de un correcto manejo de las muestras, el desestimar un informe pericial en lugar de cuestionarlo, disentirlo o

A INVESTIGAR...

MOMENTO DE EXPLORACIÓN

Interrogatorio

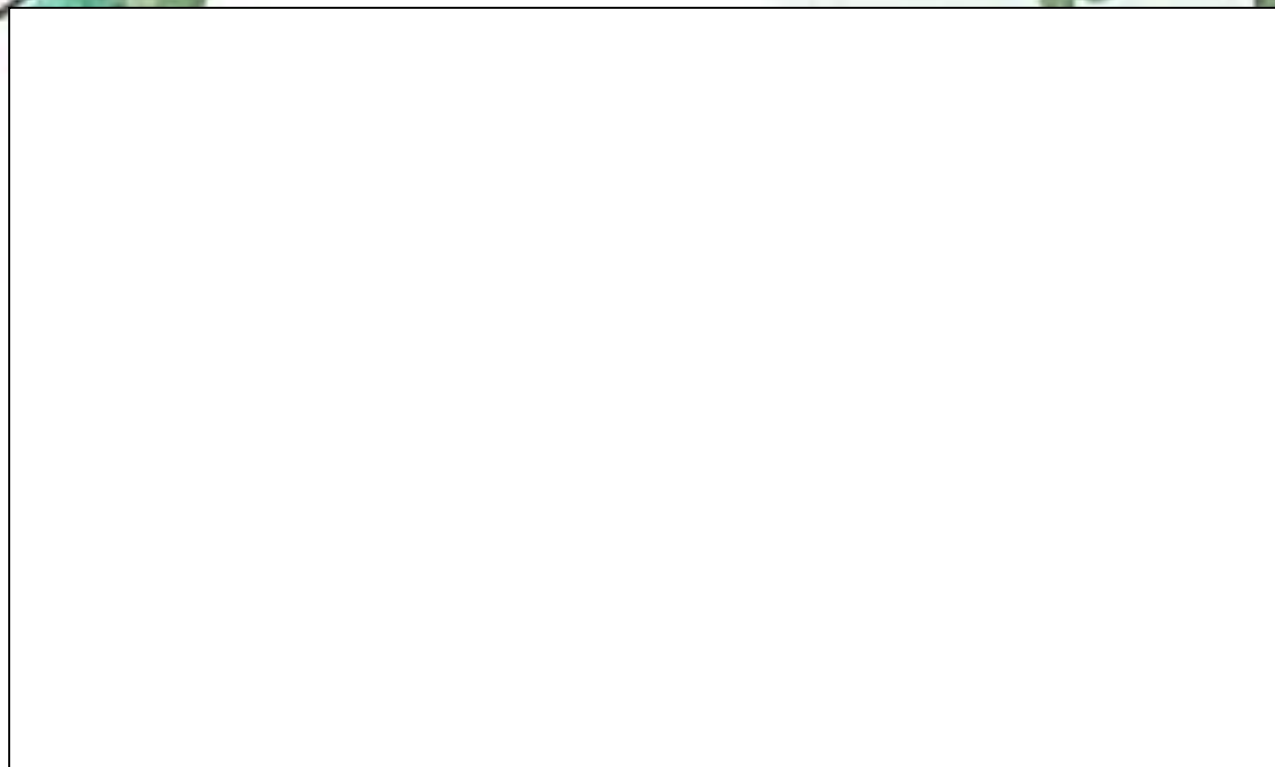
A partir de la lectura juiciosa del caso: Extrae la información que consideras es de vital importancia para el caso ¿Cuáles serían esas ideas?



Frente a la lectura del caso ¿Qué preguntas formularias a los encargados de hacer el levantamiento de la escena? ¿y a los familiares de la víctima?

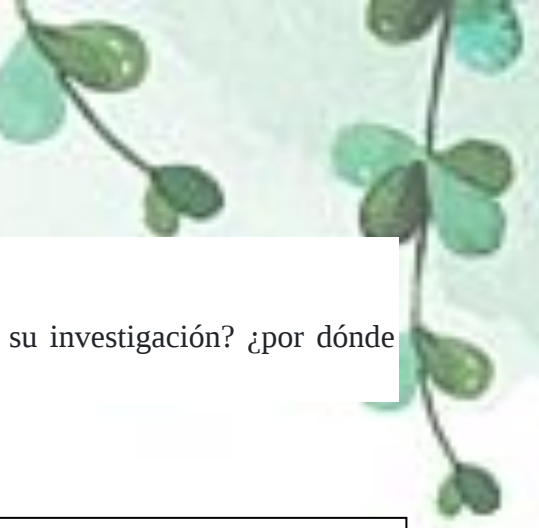
¿Qué aspectos consideras que es necesario saber además de los que se encuentran en el relato?





¿Qué observaciones, deducciones e hipótesis podrías formular a partir de la información y los detalles que se plantean en el relato del caso?





MOMENTO DE PROFUNDIZACION

¿Cómo organizarías una metodología acorde para el caso y su investigación? ¿por dónde empezarías, cuáles serían tus objetivos?



Seguimiento

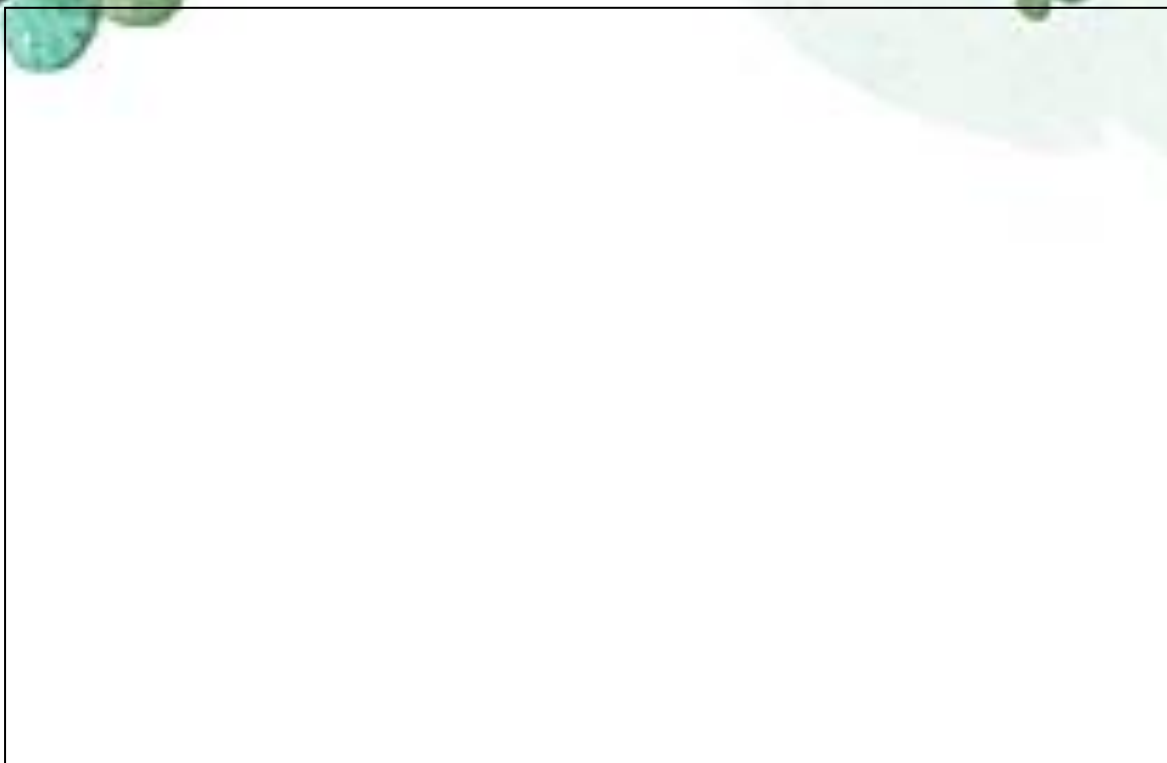
¿Qué pruebas o instrumentos, serían necesarios aplicar para dar unos resultados consistentes a la investigación? ¿cómo se realizan estas pruebas? ¿Qué tipo de resultados nos arrojarían?





¿Cómo podríamos representar de la forma más clara posible las evidencias y los resultados obtenidos de la investigación a este momento? realiza un croquis del hecho.





¿Qué indicios puedes establecer a partir de estos resultados y evidencias?

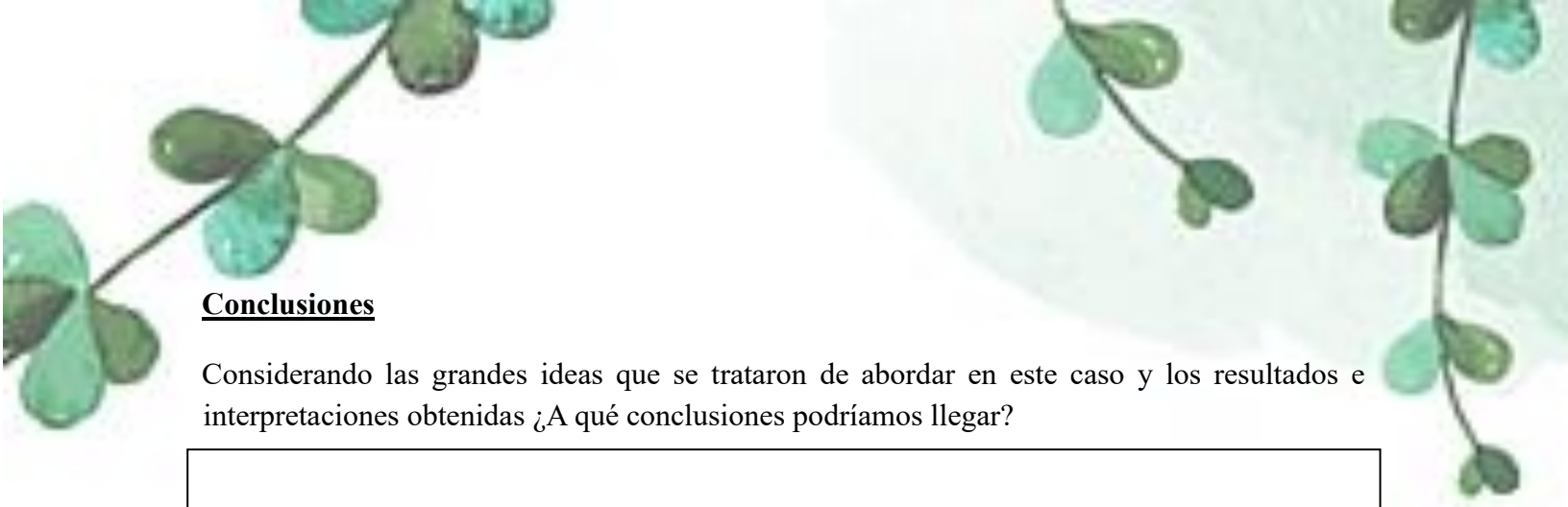




MOMENTO DE DEMOSTRACION

Actividad final: Dictamen del caso

Reuniendo el ejercicio anterior ¿cómo quedaría el dictamen final del caso? ¿cómo quedaría planteado para presentarlo al juez?



Conclusiones

Considerando las grandes ideas que se trataron de abordar en este caso y los resultados e interpretaciones obtenidas ¿A qué conclusiones podríamos llegar?

Reflexión sobre el aprendizaje

¿Qué reflexiones puedo considerar sobre mi aprendizaje a partir de este caso?



Caso 3. Muerte en exhibición aérea.

t





Con este caso aprenderás...

Objetivo del caso: Analizar las implicaciones del uso de diferentes materiales para ejercer fuerzas sobre un cuerpo y los elementos básicos del tipo de movimiento que presentan en función de comprender las causas de un accidente mediante un peritaje forense de los hechos.

DBA al que responde: Comprende, que el reposo o el movimiento rectilíneo uniforme, se presentan cuando las fuerzas aplicadas sobre el sistema se anulan entre ellas, y que en presencia de fuerzas resultantes no nulas se producen cambios de velocidad.

Indicadores de desempeño:

- Plantea preguntas que le permiten recoger elementos importantes para la indagación.
- Describe lo que observa de manera detallada haciendo especial énfasis en aspectos de relevancia propios del caso.
- A partir de sus observaciones propone hipótesis y predicciones que determinan los pasos a seguir en la indagación.
- Clasifica y ordena información relevante que le permite dar solución a los cuestionamientos planteados.
- Elabora metodologías que le facilitan comprobar o descartar hipótesis planteadas.
- Utiliza herramientas según la metodología diseñada para la recolección de datos.
- Organiza datos y los representa por medio de tablas, gráficos, estadísticas entre otras herramientas.
- Analiza las representaciones de datos obtenidos, compara y comprende.
- Plantea conclusiones a partir del análisis de los resultados obtenidos.
- Elabora soluciones a partir de la recopilación de los pasos anteriores utilizando el conocimiento científico.
- Pone en conocimiento de sus semejantes los elementos principales de solución al caso planteado.

Recursos:

Grandes ideas:

- Leyes de newton
- Fuerzas
- Resistencia de materiales

Historia del caso:

¿Qué provocó la caída de los militares de un helicóptero? Colombia investiga las hipótesis por la muerte de 2 suboficiales

En Colombia, los peritos investigan las causas que propiciaron la caída de dos militares, durante una exhibición aérea el sábado 10 de agosto del 2019 en Medellín.

Una cámara de video ubicada en el casco de uno de los suboficiales que murieron el sábado 10 de agosto del 2019 en Medellín, luego de caer de un helicóptero, es una de las evidencias más importantes que tienen en su poder los investigadores de la Fiscalía para aclarar los hechos.

A los fiscales de la seccional Medellín asignados al caso ya les fue entregada la cámara, en la que se observa que antes de que los uniformados Jesús Lacides Mosquera López y Sebastián Gamboa Ricaurte cayeron al vacío, un elemento que parece una cometa se enreda en la cuerda en la que se encontraban los uniformados durante la maniobra que era parte de los actos de cierre de la Feria de las Flores.

El fiscal general encargado Fabio Espitia señaló que una de las hipótesis que analizan los peritos está relacionada con la presencia de un objeto extraño que habría generado una interferencia en la maniobra que realizaban los uniformados.

Esa posibilidad fue ratificada por el general Ramsés Rueda, comandante de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), quien manifestó el lunes 12 de agosto: “No se descarta la posibilidad de que un agente externo haya sido el causante de la ruptura de la cuerda, y eso hace parte del enfoque que tiene el equipo investigador”.

Los peritos también tienen en su poder la soga de la que se sostenían los uniformados y que aparece con un corte, quedando una parte de la misma pegada a los anclajes del helicóptero en el que se realizaba la maniobra conocida como Spies y que se usa para hacer rescates o desembarcar en zonas de difícil acceso.

Es decir, la cuerda no se desprendió desde el helicóptero, lo que ratifica la hipótesis de que algo la cortó en medio del vuelo.

Otra de las tesis que tienen los investigadores de la Fiscalía, así como los de la Inspección de la FAC, es que la soga no estaba en buen estado y que por el desgaste se habría trozado.

“Esta cuerda no se desprendió del helicóptero, esta cuerda sufrió una ruptura, un corte, que es el foco de esta investigación”, dijo el general Rueda.

Para empezar a descartar hipótesis, los peritos verifican los procedimientos previos a la maniobra para determinar si se revisó adecuadamente la cuerda y qué tanto uso había tenido.

Para esto se están adelantando entrevistas a los miembros de la tripulación de la nave, así como a las demás personas que se encontraban como apoyo en tierra antes del inicio de la maniobra.

“Con los hombres de la tripulación se están verificando los protocolos antes y durante la maniobra”, dijo el general Rueda. Y añadió que el viernes dará a conocer los primeros resultados formales de las investigaciones.

Las dudas de los peritos

La cuerda de aproximadamente 50 metros de largo, usada en este tipo de maniobras, está fabricada 95 por ciento en nailon y el resto en algodón, y los investigadores intentan establecer si una cometa u otro tipo de elemento externo habría podido romperla en medio del vuelo, lo que habría podido generar el trágico desenlace.

Para esto están consultando a expertos, e incluso el fiscal Fabio Espitia no descartó recurrir a peritos internacionales para que ayuden a examinar el caso y verificar temas como la velocidad de la nave y del viento, así como las condiciones atmosféricas a la altura en la que se encontraban los uniformados.

El otro punto que es evaluado es por qué si la soga tiene capacidad para transportar hasta a diez soldados con sus respectivos equipos de campaña, se rompió cuando transportaba solo a dos hombres que no llevaban sus pesados equipos en esta ocasión.

Por ahora, los investigadores no descartan ninguna hipótesis y solo con los resultados de los estudios técnicos se podrán conocer decisiones de las autoridades en este caso que, inicialmente, se abrió por homicidio doloso.

Tomado de: <https://www.elcomercio.com/actualidad/mundo/hipotesis-caida-militares-helicoptero-colombia.html>

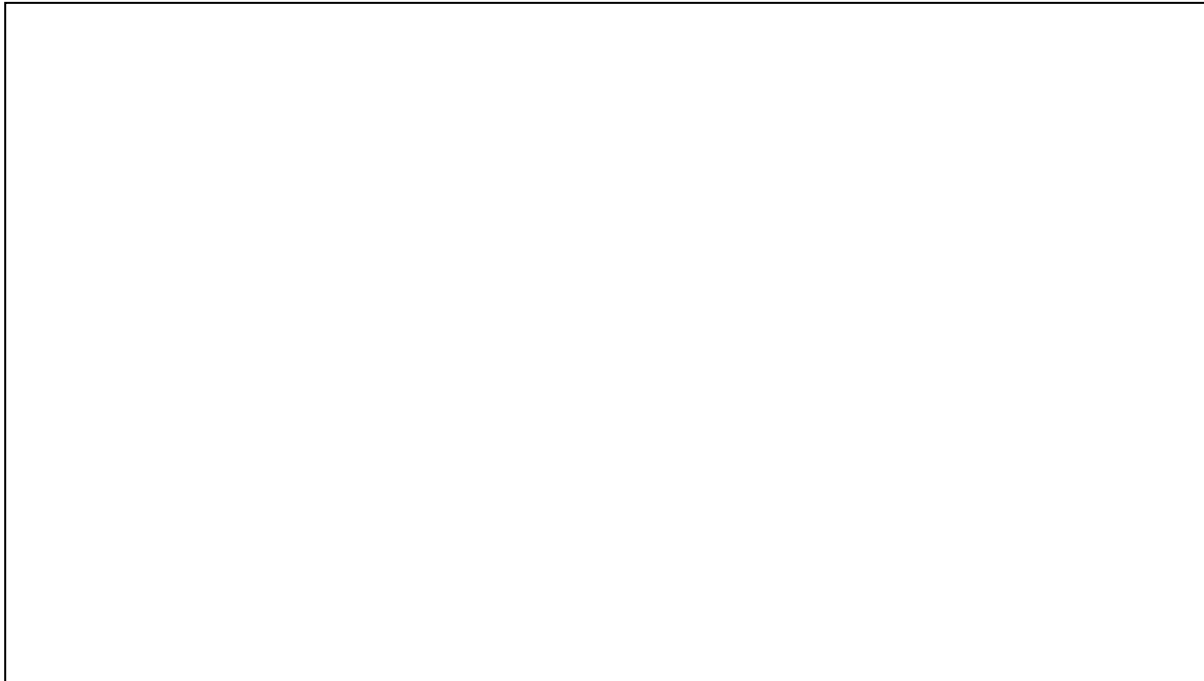


A INVESTIGAR...

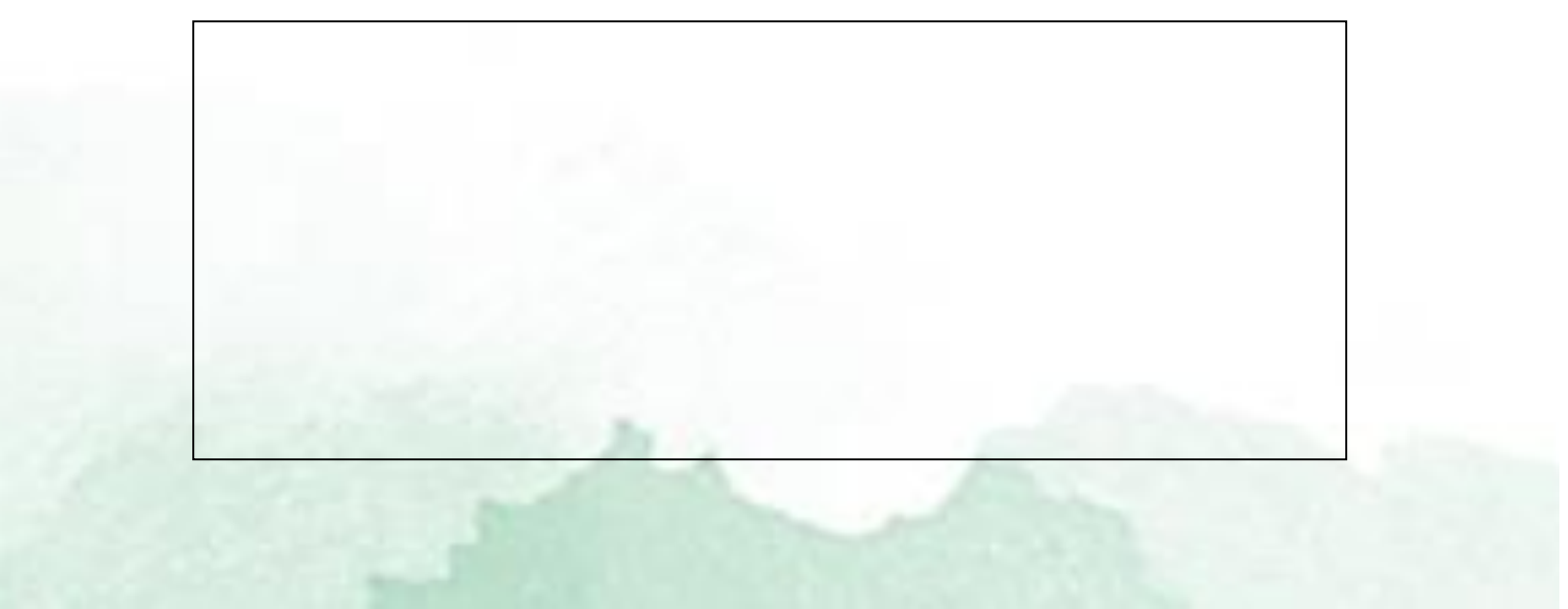
MOMENTO DE EXPLORACIÓN

Interrogatorio

A partir de la lectura juiciosa del caso: Extrae la información que consideras es de vital importancia para el caso ¿Cuáles serían esas ideas?

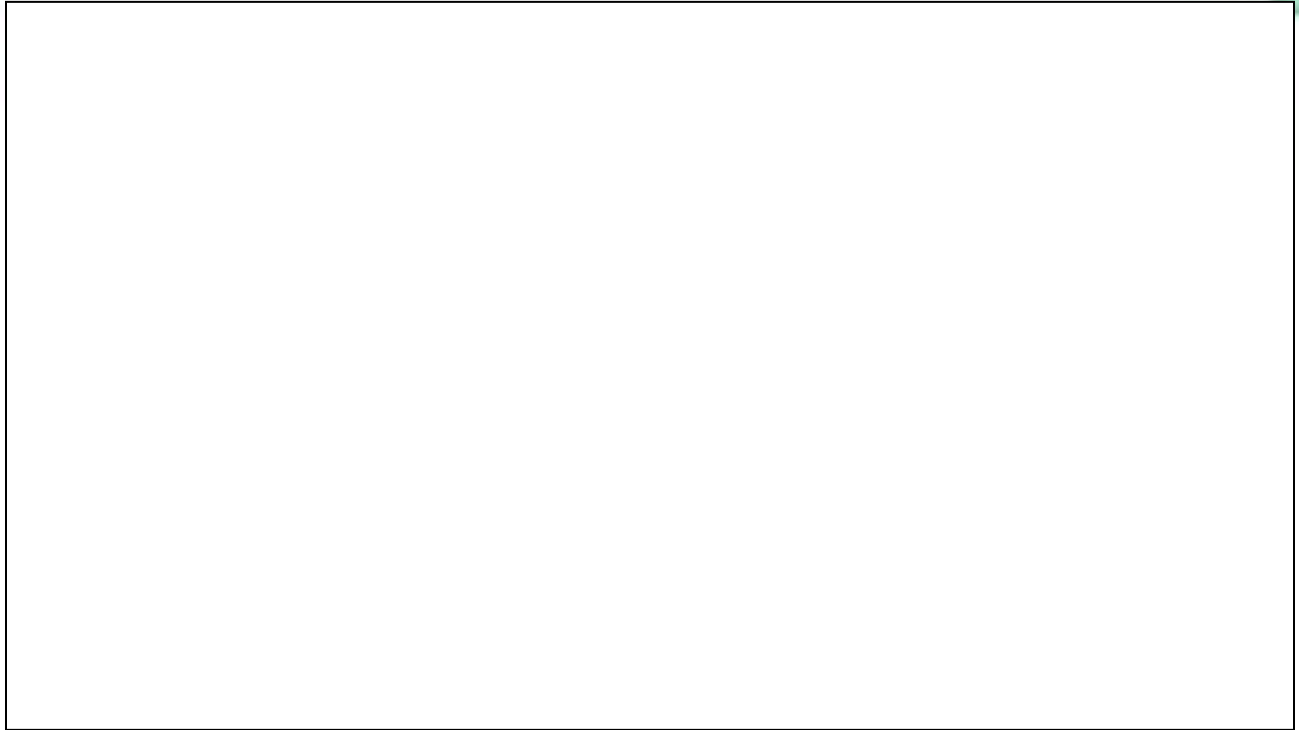


Frente a la lectura del caso ¿Qué preguntas formularías a los encargados de hacer el levantamiento de la escena? ¿y a los familiares de la víctima?



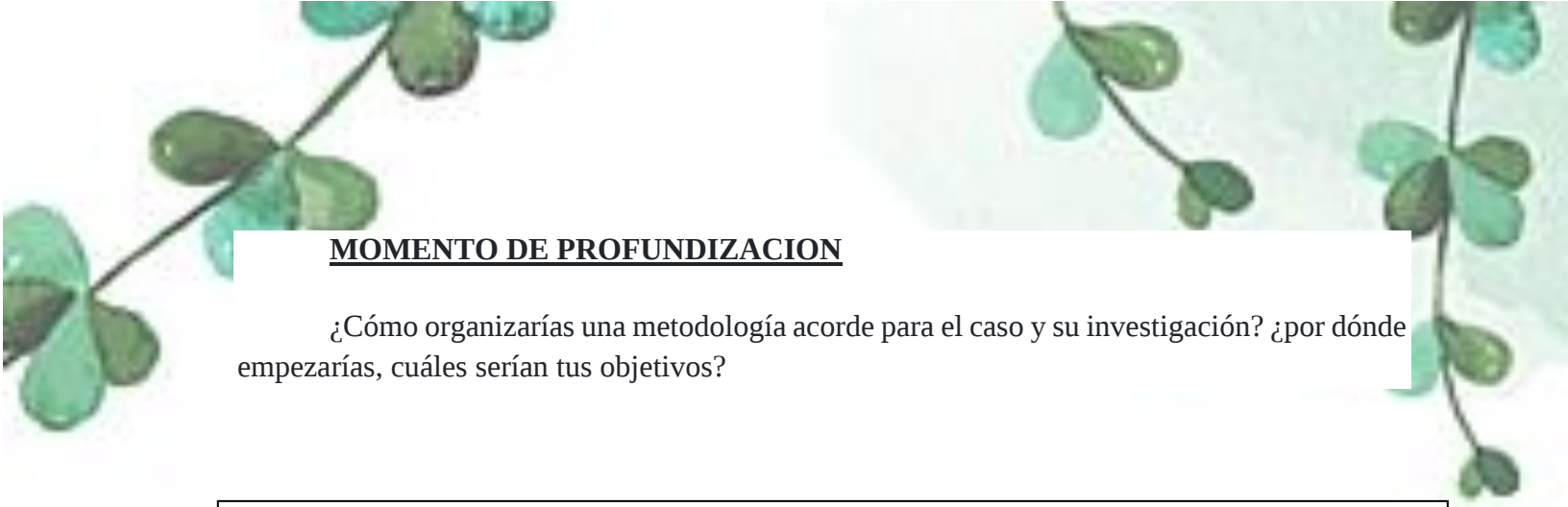


¿Qué aspectos consideras que es necesario saber además de los que se encuentran en el relato?



¿Qué observaciones, deducciones e hipótesis podías formular a partir de la información y los detalles que se plantean en el relato del caso?





MOMENTO DE PROFUNDIZACION

¿Cómo organizarías una metodología acorde para el caso y su investigación? ¿por dónde empezarías, cuáles serían tus objetivos?



Seguimiento

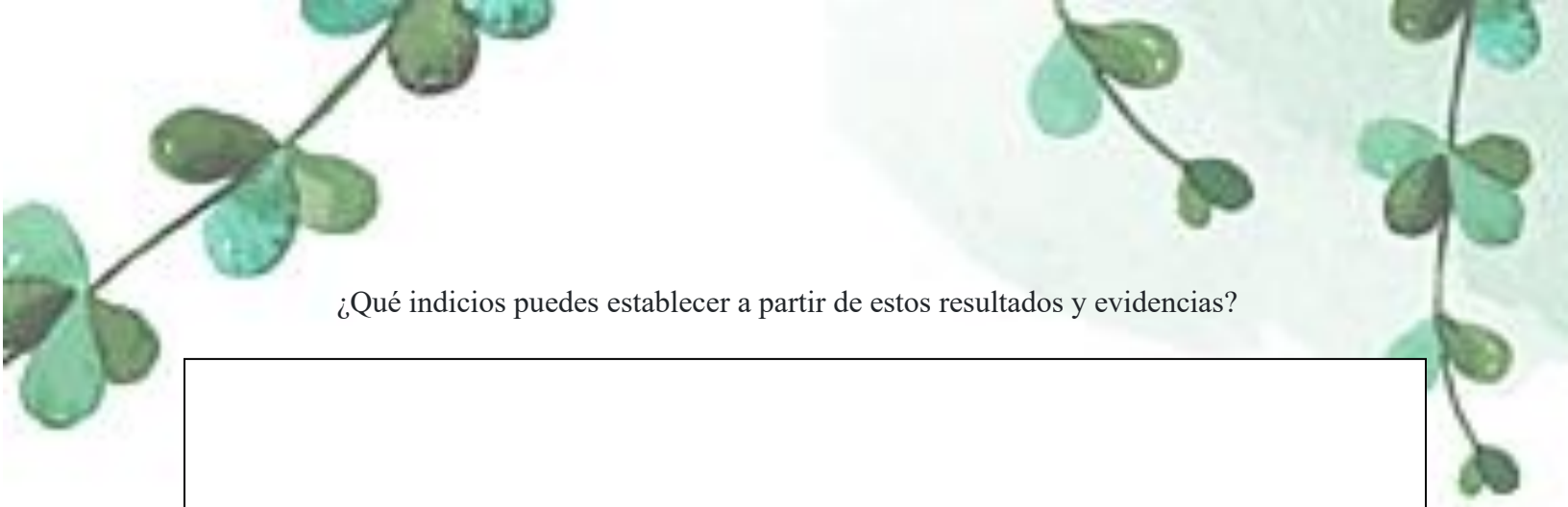
¿Qué pruebas o instrumentos, serían necesarios aplicar para dar unos resultados consistentes a la investigación? ¿cómo se realizan estas pruebas? ¿Qué tipo de resultados nos arrojarían?





¿Cómo podríamos representar de la forma más clara posible las evidencias y los resultados obtenidos de la investigación a este momento? realiza un croquis del hecho.





¿Qué indicios puedes establecer a partir de estos resultados y evidencias?

MOMENTO DE DEMOSTRACION

Actividad final: Dictamen del caso

Reuniendo el ejercicio anterior ¿cómo quedaría el dictamen final del caso? ¿cómo quedaría planteado para presentarlo al juez?



Conclusiones

Considerando las grandes ideas que se trataron de abordar en este caso y los resultados e interpretaciones obtenidas ¿A qué conclusiones podríamos llegar?

Reflexión sobre el aprendizaje

¿Qué reflexiones puedo considerar sobre mi aprendizaje a partir de este caso?



“Se dice que la ciencia le quita magia a la vida, pero la próxima vez
que veas las estrellas en el cielo sabiendo que tú estás hecho de
polvo de sus explosiones nucleares, quizás sientas que la ciencia le
devuelve algo de magia a la vida”

Fabrizio Terán

