

**DISEÑO DE UN ENTORNO DE APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN
DE CASOS CRIMINALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA FORENSE: UN
ESTUDIO SOBRE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA ANALÍTICA**

DANNA TELASSIM LANCHEROS BUITRAGO

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Química.

Directores:

ROYMAN PÉREZ MIRANDA (Por siempre)

RICARDO ANDRÉS FRANCO MORENO (2026-1)

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

Mayo de 2026

**DISEÑO DE UN ENTORNO DE APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN
DE CASOS CRIMINALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA FORENSE: UN
ESTUDIO SOBRE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA ANALÍTICA**

DANNA TELASSIM LANCHEROS BUITRAGO

Código: 2020215027

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada en Química.

Directores:

ROYMAN PÉREZ MIRANDA (Por siempre)

RICARDO ANDRÉS FRANCO MORENO (2026-1)

Grupos de investigación IREC y EDUQVERSA

Línea de investigación: formación inicial y continua de profesores de ciencias

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

Mayo de 2026

DEDICATORIA

A mi madre, Sandra Buitrago, quien estuvo siempre a mi lado, acompañándome en cada paso de este proceso de noches sin dormir, madrugadas y esfuerzo constante. Sin ti, llegar hasta aquí no hubiera sido posible. Te amo.

A mi hermano, Matías Lancheros, mi motivo para seguir adelante en cada etapa y la persona que viene siguiendo mis pasos.

A mi padre, Wladimir Lancheros, quien ha estado presente en todos mis logros académicos y ha sido mi ejemplo a seguir.

Y a Dios, quien ha sido mi guía en este camino, dándome la fortaleza, sabiduría y fuerza para afrontar cada obstáculo durante estos años.

IN MEMORIAM

Al profesor Royman Pérez Miranda, mi director y guía desde el primer día de esta investigación.

Partiste antes de verla terminada, pero tu espíritu, tu sabiduría y tus enseñanzas estuvieron presentes en cada página. Serán mi luz en cada etapa que inicie como docente.

AGRADECIMIENTOS

Con profunda gratitud agradezco a mi director de tesis, el profesor Ricardo Andrés Franco, quien con su paciencia y dedicación me guió, escuchó, aconsejó y acompañó durante este proceso, enriqueciendo esta investigación.

Mi agradecimiento a la profesora Blanca Rodríguez, quien además de ser un ejemplo desde el aula como docente, fue un pilar importante en cada etapa de esta investigación, brindándome su apoyo y orientación.

Agradezco a los lectores de este trabajo, y especialmente a la profesora Dora Luz Gómez, por sus valiosos comentarios que contribuyeron al fortalecimiento de esta investigación. Espero que este trabajo sea de guía para otros.

Mi gratitud a la Universidad Pedagógica Nacional por formarme con excelencia académica y brindarme las herramientas para crecer como docente.

A mis compañeros de trabajo, gracias por su acompañamiento constante y por compartir sus conocimientos conmigo.

Finalmente, a los estudiantes del ciclo IV del Colegio CEDID Guillermo Cano Isaza, por recibir este proyecto con cariño e interés, y por inspirarme a replantear mi labor como docente cada día.

Gracias a todos ustedes, y a cada persona que no menciono pero que hizo parte de la construcción de este camino académico.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
1 JUSTIFICACIÓN	13
2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3 OBJETIVOS.....	15
3.1 Objetivo General	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4 MARCO DE REFERENCIA	16
4.1 Antecedentes	16
4.1.1 La Química Forense Hoy Como Estrategia Didáctica	16
4.2 Actitudes Hacia La Química.....	16
4.2.1 Enfoque Poblacional	17
4.3 Referentes Teóricos	19
4.4 Didáctica De La Ciencia y La Enseñanza De La Química	19
4.5 Aprendizaje Basado En Problemas	20
4.6 Entornos De Aprendizaje Basados En La Resolución De Casos	22
4.7 Química Forense Como Contexto Didáctico	22
4.1 Actitudes Hacia El Aprendizaje De La Química	25
4.2 Diseño De Un Caso Criminal.....	25
5 METODOLOGÍA	27
5.1 Técnicas Analíticas	29
5.1.1 Espectroscopia IR.....	29
5.1.2 Espectroscopia Uv-VIS	33
5.1.3 Cromatografía De Gases	33
5.1.4 ADN Forense	35
5.1.5 Dactiloscopia.....	35
5.1.6 Análisis De Drogas	36
5.1.7 Análisis De Explosivos	36
5.1.8 Análisis De Fibras	36
5.1.9 Detección De Manchas Hemáticas.....	35

5.1.9.1	Análisis De Patrón De Manchas Hemáticas (BPA).	36
5.1.10	Residuos De Disparo (GSR)	37
5.1.11	Toxicología Forense	37
5.1.12	Balística forense.	37
5.1.13	Entomología forense	37
5.2	Cronograma De La Implementación	38
5.3	Tipo y Enfoque De Investigación	39
5.4	Participantes	40
5.5	Instrumentos	41
5.5.1	Instrumentos De Evaluación De Actitudes Al Cierre	41
5.5.1.1	Operacionalización De Los Componentes Actitudinales En La Escala Tipo Likert.	43
5.5.1.2	Confiabilidad Del Instrumento.	44
5.6	Consideraciones Éticas	45
5.6.1	Manejo De Datos Sensibles y Riesgo Psicosocial	45
5.6.2	Simulación de Casos Criminales	46
6	RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	47
6.1	Sistematización De La Experiencia Pedagógica	47
6.1.1	Estructura De La Sistematización y Análisis De La Información	47
6.1.2	Indagación Escala Tipo Likert.	57
6.1.2.1	Ítem No. 1.	58
6.1.2.2	Ítem No. 2.	59
6.1.2.3	Ítem No. 3.	59
6.1.2.4	ítem No. 4.	60
6.1.2.5	Ítem No. 5.	61
6.1.2.6	Ítem No. 6.	62
6.1.2.1	Ítem No. 7.	63
6.1.2.8	Ítem No. 8.	63
6.1.2.2	Ítem No. 9.	64
6.1.2.10	Ítem No. 10	65
6.1.2.11	Ítem No. 11	66
6.1.2.12	Ítem No. 12	66

6.1.2.13	Ítem No. 13	67
6.1.2.14	Ítem No. 14.....	68
6.1.2.15	Ítem No. 15.....	69
6.1.2.16	Ítem No. 16.....	69
6.1.3	Preguntas De Respuesta Abierta.....	70
6.1.4	Análisis Del Discurso - Entrevista Individual	73
7	CONCLUSIONES.....	80
7.1	Evolución De La Actitud Hacia La Química Analítica	80
7.2	Sobre La Eficacia De La Estrategia Didáctica Basada En Casos.....	80
7.3	Sobre Los Cambios Cualitativos En La Actitud y Disposición De Los Alumnos.....	80
7.4	Limitaciones y Persistencia De Los Obstáculos	80
7.5	Implicaciones Para La Enseñanza De Las Ciencias En La Formación Continua	83
7.6	Recomendaciones y Proyecciones	83
8	BIBLIOGRAFÍA.....	85
9	ANEXOS.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño metodológico del trabajo de grado. Elaboración propia.....	24
Figura 2. Diagrama de flujo CONSORT-like. Elaboración propia.	36
Figura 3. Coeficiente Alfa de Cronbach. Elaboración propia.....	40
Figura 4. Matriz de datos y frecuencias del instrumento de cierre escala tipo Likert de 16 ítems 2. Elaboración propia	54
Figura 5. Distribución de frecuencias del ítem 1: “La química es ajena o no hace parte de mi vida cotidiana”. Elaboración propia	54
Figura 6. Distribución de frecuencias del ítem 2: “Algunas actividades de química pueden ser interesantes”. Elaboración propia	55
Figura 7. Distribución de frecuencias del ítem 3: “La forma en que se enseña la química no influye en mi interés por aprenderla”. Elaboración propia	56
Figura 8. Distribución de frecuencias del ítem 4: “Me gusta tener laboratorios de química”. Elaboración propia	56
Figura 9. Distribución de frecuencias del ítem 5: “La química es una materia innecesaria”. Elaboración propia	57
Figura 10. Distribución de frecuencias del ítem 6: “aprender química a través de casos forenses hace que el esfuerzo de estudiarla valga la pena”. Elaboración propia.....	58
Figura 12. Distribución de frecuencias del ítem 8: “No veo ninguna utilidad en aprender química”. Elaboración propia.....	60
Figura 13. Distribución de frecuencias del ítem 9: “disfruto cuando la clase de química incluye investigación y análisis”. Elaboración propia.....	60
Figura 14. Distribución de frecuencias del ítem 10: El mundo de la química hace ver más todo más difícil”. Elaboración propia.....	61
Figura 15. Distribución de frecuencias del ítem 11: “La química casi nunca tiene relación con situaciones reales”. Elaboración propia.....	62
Figura 16. Distribución de frecuencias del ítem 12: “No me gusta participar en actividades de laboratorio.”. Elaboración propia.....	62
Figura 17. Distribución de frecuencias del ítem 13: “Me identifico con personas que estudian o trabajan en el área de la química.”. Elaboración propia.....	63
Figura 18. Distribución de frecuencias del ítem 14: “Mi interés por la química no depende de la metodología que use el profesor”. Elaboración propia.....	64

Figura 19. Distribución de frecuencias del ítem 15: “La química ni me atrae ni me desagrada especialmente”. Elaboración propia65

Figura 20. Distribución de frecuencias del ítem 16: “Me siento más motivado a participar en clase de química si se utilizan recursos como videos, actividades gamificadas y casos forenses”. Elaboración propia66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de diseño de las actividades. Elaboración propia.....	35
Tabla 2. Distribución de los ítems por componente actitudinal en la escala Likert. Elaboración propia	39
Tabla 3. Ítems de sistematización y análisis de la información. Fuente: elaboración propia.	44
Tabla 4. Registro de observaciones del Eje 1. Elaboración propia	45
Tabla 5. Registro de observaciones del Eje 2. Elaboración propia	50
Tabla 6. Registro de observaciones del Eje 3. Elaboración propia	53
Tabla 7. Fragmentos de las preguntas abiertas. Elaboración propia	68
Tabla 8. Categorías emergentes Elaboración propia.....	68
Tabla 9. Análisis de los fragmentos según las categorías emergentes Elaboración propia...	69
Tabla 10. Fragmentos textuales claves de la entrevista individual Elaboración propia	74

INTRODUCCIÓN

En esta investigación se plantea el estudio de las actitudes hacia la química a través del diseño de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales para la enseñanza de la química forense, con el propósito de la incorporación de la química forense en estudiantes por CLEI (Ciclos Lectivos Especiales Integrados) del Colegio CEDID Guillermo Cano Isaza, la cual representa una oportunidad significativa para fortalecer tanto las competencias científicas como las pedagógicas. Este diseño de entorno de aprendizaje permite aplicar los conocimientos teóricos de la química general, analítica, orgánica e inorgánica a situaciones reales, promoviendo la comprensión profunda y contextualizada del saber químico. Con esto se plantea que es posible usar la química forense como una estrategia pedagógico-didáctica para estudiantes de bachillerato transformando la relación del estudiante con la química, pasando de la indiferencia o el no entender, a una curiosidad verdadera que los lleve a preguntar, indagar y cuestionar.

Asimismo, el análisis de casos forenses puede emplearse como una estrategia innovadora que motiva al estudiante, al integrar la teoría con la experimentación y el trabajo colaborativo. además el uso de técnicas analíticas fortalece las destrezas de laboratorio y fomenta la rigurosidad científica, mientras que la reflexión sobre el papel de la química en el ámbito judicial contribuye a la formación ética y social del licenciado. En conjunto, la enseñanza de la química forense potencia una educación más integral, interdisciplinaria y comprometida con la aplicación responsable del conocimiento científico.

En la actualidad hablar de química forense es una pieza fundamental para complementar los conocimientos de la química, comprobar, identificar, cuantificar o comparar muestras provenientes de vestigios tanto orgánicos como inorgánicos relevantes según el tipo de análisis cuantitativo, cualitativo, identificativo o comparativo en un hecho delictivo, teniendo en cuenta que esta es una de las áreas de estudio más interdisciplinarias. La química Forense, como la ciencia en general, se fundamenta en las pruebas químico-forenses, la cual se basa en el método científico y pruebas química o instrumentación químico-analítica, cuya piedra angular es la observación y la conjetura de hipótesis. Por lo anterior, la química forense se apoya directamente en la química analítica. En esta propuesta se incorporan métodos instrumentales dentro de un entorno de aprendizaje diseñado a partir de casos criminales como ejes y decisión didáctica central donde en el rol como docente se organiza y conduce la enseñanza para favorecer y fortalecer el aprendizaje colaborativo de los estudiantes a través de la participación, preguntas guía, resolución de problemas, estudios de casos, socialización dirigida, recursos didácticos, actividades.

El modelo de clase magistral, centradas solo en transmitir información, se quedan cortas a la hora de desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad de resolución de problemas, trabajo en equipo. En la jornada nocturna esto pesa más, los estudiantes llegan cansados la mayoría de trabajar, con poco tiempo, por eso usar casos reales, simulados y practicas dentro del aula mejora la participación, la actitud y da sentido a la teoría. (García et al.,2025).

Se trabajo con el curso ciclo VI del colegio CEDID Guillermo Cano Isaza de la jornada nocturna. Se implemento un diseño basado en la resolución de casos forenses, con técnicas analíticas, gamificación y laboratorio virtual.

1 JUSTIFICACIÓN

Desde la experiencia como profesores en formación en la práctica pedagógica, se ha observado que la química en los estudiantes de educación media suele percibirse como una asignatura difícil y de solo formulas. Esto no solo afecta el rendimiento académico, sino que genera un miedo y rechazo hacia las ciencias. Sabemos que la labor como docentes no es solo transmitir información y que los estudiantes sean el receptor, sino transformar esa percepción, regresándole a la química su carácter de herramienta pedagógica fundamental para fomentar el pensamiento crítico, científico y el aprendizaje significativo a través del aula y reconocer que para inspirar este cambio, los estudiantes de bachillerato necesitan contextos de aprendizaje basado en problemas y ese sería el enfoque de la química forense ya que esta depende de la química analítica, orgánica, inorgánica y quimiometría siendo este un vehículo didáctico en el aula. Por ende, la investigación que se presenta a continuación fue realizada entre un grupo de estudiantes de la jornada nocturna con el fin de identificar las actitudes hacia la química mediante la enseñanza de la química forense empleando casos criminales simulados, escenas de crímenes simuladas, gamificación, recursos audiovisuales, laboratorios virtuales, y técnicas analíticas como UV-Vis, IR y GC.

La química forense no es un tema aparte sino central para resolver casos criminales y entender la evidencia en un juicio. Pero formar profes de química implica otro reto porque no basta con tener un dominio teórico de conceptos. Los estudiantes, sobre todo en la jornada nocturna necesitan que se les brinde herramientas prácticas que les permitan evaluar la validez de la evidencia, contrastar información, formular hipótesis y emitir juicios fundamentados a la hora de resolver problemas reales dentro y fuera del aula.

Como dice Tatiana Trejos Rodríguez (2017), investigadora de West Virginia, la química atraviesa todo el laboratorio forense. Sirve para identificar sustancias, analizar materiales y reconstruir lo que paso usando evidencia tanto química como física.

De ahí surge la necesidad de investigar como la enseñanza desde la química forense impacta en los futuros bachilleres al momento de necesitarla como estrategia pedagógica. Por otro lado, habilidades como el pensamiento crítico, toma de decisiones y trabajo en equipo no se desarrollan solo con una clase tradicional, por eso esta propuesta plantea un entorno de aprendizaje centrado en casos de química forense.

2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La enseñanza de la química con enfoque ABP le quita el miedo a la fórmula. Lo intangible se vuelve cercano cuando conectan la ciencia con la vida diaria. Al final, si el estudiante ve que la química no es solo teoría sino una herramienta para entender su entorno la apatía se puede transformar en curiosidad. Este enfoque impulsa el pensamiento crítico y una actitud más favorable porque muestra para que sirve la química en la vida real (Viciano, 2013).

Aun así, enseñar química analítica en un ámbito académico tiene sus líos. La motivación y la actitud hacia la asignatura son un reto constante. Muñoz Osuna (2013) plantea que las actitudes hacia el aprendizaje de la química cambian a medida que los estudiantes avanzan en sus estudios. Eso indica que las experiencias durante la formación académica si impactan como perciben este espacio académico. Y si no hay estrategias que muestren la relevancia de los conceptos aprendidos posiblemente las actitudes se vuelven negativas.

Por eso, diseñar un entorno de aprendizaje basado en casos de química forense cobra sentido en este proyecto. este enfoque une la teoría con situaciones reales y ha mostrado ser útil para subir la motivación, el interés y el compromiso con la química analítica.

Así pues, implementar un entorno centrado en resolución de casos es una alternativa viable porque fortalece actitudes positivas, ayuda a que los estudiantes asimilen conceptos y genera una mayor disposición por aprender.

En ese marco nace la pregunta de investigación: ¿Qué cambios en las actitudes hacia el aprendizaje de la química forense logran los estudiantes de la jornada nocturna del Cedit Guillermo Cano Isaza con el diseño y desarrollo de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales?.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Analizar la actitud hacia el aprendizaje de conceptos de química analítica en los estudiantes de la jornada nocturna del colegio CEDID Guillermo Cano Isaza en un entorno de aprendizaje centrado en casos de química forense, mediante la autopercepción de cambio reportada por los estudiantes.

3.2 Objetivos Específicos

- Describir la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química analítica, en los diferentes momentos del desarrollo del trabajo didáctico con el entorno de aprendizaje diseñado
- Caracterizar las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química analítica al inicio, durante y al finalizar el desarrollo del trabajo didáctico con el entorno de aprendizaje diseñado.
- Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje de conceptos de química analítica centrado en casos de química forense

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 Antecedentes

Con el fin de fundamentar la presente investigación, se hace necesario revisar algunos antecedentes relacionados con el uso de la química forense como estrategia didáctica, la enseñanza de la química, actitudes de los estudiantes hacia la química, enfoque metodológico e investigaciones con población similar. Estos antecedentes aclaran donde estamos con la pregunta problema. Además, nos dan las bases teóricas y metodológicas para plantear el estudio en el colegio nocturno.

4.1.1 *La Química Forense Hoy Como Estrategia Didáctica*

La química forense ya no es solo un tema de casos de CSI. Hoy es una disciplina que une química, biología y ciencias forenses para analizar evidencia en casos reales. Bell (2019), en *Forensic Chemistry: Fundamentals and Applications*, insiste en algo clave, enseñarla no puede quedarse en solo teoría. Se necesita más que eso, se requieren laboratorios, prácticas y casos reales para que el estudiante pueda desarrollar criterio analítico-crítico.

El problema es que muchos programas de licenciatura no tienen ni recursos ni metodologías y eso deja a los futuros profes con vacíos fuertes.

Rosli & Isak (2024) probaron una salida la cual, consistió en entornos virtuales con simulaciones de escenas del crimen. Les funcionó, los estudiantes mejoraron su análisis pero también se dieron cuenta que cada instituto es distinto. Copiar y pegar el entorno no sirve hay que ajustar al contexto que se está exigiendo en cada una.

4.2 Actitudes Hacia La Química

Hablemos de actitudes. Muñoz (2022) trabajó con situaciones problema de criminalística para transformarle la actitud a los estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional frente a la ciencia. Para esta investigación, este trabajo es clave porque justifica usar la química forense no solo como contenido lúdico, sino como gancho para revertir el desinterés y la dificultad en estudiantes de jornada nocturna. Asumir el rol de investigador fortalece el compromiso académico y permite resignificar la química.

Otros estudios coinciden. Molina y Palomeque (2019) señalan que las percepciones frente a los cursos de química general inciden en el rendimiento. Sierra Molina (2023) evidencia que las estrategias didácticas innovadoras generan actitudes positivas, lo que nos confirma la necesidad de metodologías activas donde el estudiante es el centro del proceso de la enseñanza y el docente es el guía.

Garzón y Peraza (2023) destacan que las cuestiones socio científicas mejoran el aprendizaje y favorecen la formación ciudadana así mostrando el aporte de la química a las competencias tanto sociales como éticas.

Finalmente, Mora y Parga (2010) advierten que la imagen pública de la química afecta la motivación estudiantil. Por ello, se requieren estrategias que vinculen la disciplina con la vida cotidiana que le den sentido al estudiante.

En el ámbito internacional, es muy significativo el trabajo de Shukla (2024), quien expone un problema que todos conocemos y es como la enseñanza de la química se está quedando atrapada en el tiempo. En su investigación, la doctora analiza cómo a través de métodos modernos como el Aprendizaje Basado en Problemas, son capaces de revivir el interés de los estudiantes de bachillerato. Su conclusión es clara y es que si queremos que la ciencia signifique algo para los jóvenes de hoy en día hay que dejar de lado las fórmulas de memoria y apostar por la innovación. Para esta tesis, el aporte de Shukla es un aporte necesario y certero aunque su estudio no se hizo específicamente en una jornada de bachillerato nocturna, nos da la razón al decir que, para conectar con el estudiante actual, necesitamos herramientas diferentes que es justo la propuesta que aquí presentamos.

De la misma forma, Los enfoques pedagógicos basados en la resolución de problemas han demostrado ser altamente efectivos en la enseñanza de las ciencias. Prince y Felder (2006), en su artículo Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases, estos autores analizan los métodos de la enseñanza inductiva, que en lugar de empezar con la teoría aburrida, se empieza con un reto o un problema real. Tras estudiar a estudiantes de ciencias e ingeniería, concluyeron que cuando el alumno tiene que investigar para así mismo encontrar respuestas, aprende mucho más y mejor que solo escuchando al profesor. Para esta tesis, este aporte es el fundamento principal que aunque el estudio tiene ya unos años, nos da la base científica para asegurar que la química forense que es un método inductivo por excelencia es la vía correcta para que los estudiantes de la nocturna no solo asistan a clase, sino que realmente se involucren en aprender más de las ciencias.

La resolución de casos criminales como estrategia pedagógica también ha sido explorada en contextos internacionales. (Zhou et al., 2017), en su estudio Teaching forensic toxicology

through real cases, Lo que hicieron estos autores fue algo muy similar a lo que busca esta tesis, implementaron un programa basado en casos reales de toxicología forense, dejando de lado los libros de texto aburridos y llevaron casos reales de envenenamiento y toxicología al salón de clases observando que los estudiantes de medicina y ciencias forenses mejoraron sus habilidades prácticas y desarrollaron un mayor interés por la disciplina. Para nuestra investigación, este trabajo es una prueba de oro ya que, respaldan la idea de que los casos criminales pueden ser una herramienta efectiva para la enseñanza de la química, siempre que se integren de manera adecuada en el currículo, aunque su limitación es el alto nivel técnico de los casos, nos aporta la evidencia de que la química forense aplicada es el mejor camino para que los estudiantes dejen de ser sujetos pasivos y se conviertan en protagonistas de su propio aprendizaje, especialmente en contextos como la jornada nocturna donde el tiempo debe aprovecharse con temas que impacten de verdad.

4.2.1 Enfoque Poblacional

Entender al estudiante de la noche implica mirar más allá del registro de asistencia el cual es bajo sino además, es reconocer una relación social compleja donde factores como el estrato socioeconómico y la vulnerabilidad no son solo estadísticas, gran parte de esta población pertenece a sectores donde las oportunidades han sido históricamente limitadas, enfrentando barreras que van desde la inseguridad, la hambruna y hasta la falta de acceso a recursos tecnológicos básicos. En los últimos años, este panorama se ha transformado con el fenómeno de la migración, integrando al aula nuevas identidades y saberes. Estos estudiantes traen consigo no solo el deseo de superación, sino también el peso del desarraigo y la necesidad de adaptarse a un entorno nuevo, lo que a menudo se traduce en barreras adicionales como en el caso de nuestro estudio, estas son de comunicación y procesos de habla y escucha que requieren una mediación pedagógica más sensible y empática por parte del docente y su entorno. La mayoría cumple con jornadas laborales extensas y, en muchos casos, informales o físicamente demandantes. Esto significa que llegan al aula con un cansancio acumulado que la enseñanza tradicional no puede ignorar, muchos son cabezas de familia o cuidadores, enfrentando conflictos internos, falta de redes de apoyo. Por ende, a pesar de estas dificultades existe una voluntad. Para ellos, el colegio no es solo un lugar de conocimientos, sino un espacio de socialización y una oportunidad de transformar su realidad.

Para comprender las características de la población con la que se trabaja, es fundamental citar a (Chaparro et al., 2014), licenciadas de la UPN. Su trabajo se centró en una estrategia

de alfabetización científica sobre medicina convencional y alternativa, dirigida específicamente a jóvenes y adultos de educación nocturna. A través de talleres sobre prevención del cáncer, las autoras concluyeron que estos estudiantes valoran la ciencia cuando esta les ayuda a tomar decisiones reales sobre su salud y su vida cotidiana. Para esta tesis, este antecedente es el pilar que justifica la elección de la población; nos enseña que, para el estudiante de la noche, la química no debe ser un concepto abstracto, sino una herramienta de alfabetización que les permita entender su entorno ya sea previniendo una enfermedad o resolviendo un caso criminalístico.

En ese mismo orden de ideas, comprender los retos pedagógicos que implica trabajar con jóvenes y adultos, se toma como referencia fundamental la investigación de Blanco y Castañeda (2020). En su estudio sobre la jornada nocturna en el Colegio José Félix Restrepo, los autores plantean que la enseñanza de la química no puede ser una repetición de los modelos diurnos, sino que exige una flexibilización del currículo. Concluyeron que el pensamiento científico se desarrolla con éxito cuando se respetan los ritmos de aprendizaje de los estudiantes que trabajan y se vinculan los contenidos con su realidad. Este antecedente es el pilar poblacional de nuestra tesis, ya que respalda la necesidad de transformar la enseñanza tradicional por una propuesta como la química forense, la cual se adapta a la de los estudiantes de la noche y busca que la ciencia sea, ante todo, significativa y útil para sus vidas.

En síntesis, los estudios revisados, tanto internacionales como nacionales, demuestran que la enseñanza de la química forense requiere enfoques innovadores que integren teoría y práctica, y que los métodos basados en la resolución de problemas y casos criminales son prometedores para lograr este objetivo. No obstante, persisten desafíos relacionados con la adaptación de estos enfoques a los recursos y contextos específicos de las instituciones educativas. La presente investigación busca cerrar estas brechas mediante el diseño de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales, que permita a los estudiantes desarrollar las competencias necesarias para su futuro profesional en las ciencias.

4.3 Referentes Teóricos

Los fundamentos teóricos de este trabajo se organizan así:

4.4 Didáctica De La Ciencia y La Enseñanza De La Química

La didáctica de las ciencias ya se reconoce como disciplina científica. Estudia cómo se enseña y como se aprende ciencia. No es solo técnica, tiene teoría y metodología propia para lograr la comprensión profunda, pensamiento crítico y que el estudiante realmente se apropie del conocimiento.

Hay una diferencia clave. La didáctica general trabaja principios pedagógicos para cualquier área y la didáctica específica de la ciencia se mete en lo concreto desde cómo se construye, se representa y se enseña el saber científico en un aula real.

En ese marco, la didáctica de la química analiza y diseñan estrategias para que los fenómenos químicos se entiendan de verdad porque la idea es dejar atrás la clase de solo formulas en el tablero y memoria. Se trata de conectar los contenidos con situaciones que el estudiante mismo viva y entienda, así la química sirve para poder leer el entorno (Mendoza y Loo, 2022).

Asumir la didáctica de la ciencia como disciplina con fundamento teórico obliga a algo y es a juntar una teoría del aprendizaje con un modelo de enseñanza que sea coherente a lo que se busca. Aquí nos basamos en el constructivismo. El aprendizaje es activo y el estudiante construye su propio conocimiento desde la experiencia y la interacción de su entorno con otros.

Por eso, el entorno de aprendizaje con casos criminalísticos se apoyó desde el aprendizaje significativo y resolución de problemas donde el estudiante no copia sino más bien explora, experimenta y reflexiona sobre las situaciones reales en su vida y se vuelve en el protagonista.

De esta forma, la didáctica de la química no solo nos dice que enseñar, también nos dice cómo y por qué. Los futuros licenciados entienden que enseñar ciencia es una práctica reflexiva, crítica y que puede transformar.

Desde ahí, la química analítica gana mucho. Como se dedica a identificar y cuantificar sustancias, el enfoque práctico experimental es clave. El estudiante conecta teoría con problemas concretos. (Argandoña et al., 2018)

4.5 Aprendizaje Basado En Problemas

Esta investigación se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Problemas ABP como enfoque metodológico central. Según Barrows (1986), el ABP es una metodología centrada en el estudiante cuyo punto de partida es un problema real o simulado que funciona como detonador del proceso de aprendizaje. Posteriormente, Barrows (1986), sintetiza que el ABP se caracteriza porque el problema es el punto de partida y el estudiante es el principal responsable de su aprendizaje y el docente asume el rol dentro del aula de facilitador y tutor del proceso.

- 1) El aprendizaje esta centrado en el estudiante
- 2) El aprendizaje ocurre en grupos pequeños
- 3) El docente actúa como facilitador
- 4) Los problemas son la base del aprendizaje y del enfoque para la adquisición de información
- 5) Los problemas estimulan el desarrollo de habilidades de razonamiento y de solución de problemas

Es entonces que a partir del problema, el estudiante identifica las necesidades de aprendizaje, busca información pertinente, analiza datos y construye una solución, mientras el docente asume el rol de facilitador y mediador del proceso. El Aprendizaje Basado en Problemas como una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y en la reflexión que siguen los estudiantes para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. Según estos autores, el ABP se estructura a partir de una secuencia de fases que inicia con la presentación del problema al grupo de estudiantes. A partir de este problema, los estudiantes deben identificar qué saben y qué necesitan saber, formular preguntas de aprendizaje, generar hipótesis explicativas y establecer un plan de trabajo. Posteriormente, en una fase de estudio individual y colaborativo, buscan información pertinente en diversas fuentes, analizan datos, contrastan ideas y aplican los nuevos conocimientos a la resolución del problema. destacan que el rol del estudiante en ABP es activo y autónomo él es quien dirige su propio aprendizaje, toma decisiones sobre qué información requiere y cómo utilizarla. Por su parte, el docente asume el rol de facilitador, tutor y mediador del proceso. Su función no es transmitir contenido, sino orientar mediante preguntas guía, promover la reflexión, supervisar el trabajo grupal y asegurar que los objetivos de aprendizaje se cumplan, esta dinámica favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación y aprendizaje autorregulado, ya que el

conocimiento se construye a partir de la experiencia de resolver un problema real o simulado Morales y Landa (2004).

Adicionalmente, Morales y Landa (2004) proponen 7 fases para implementar ABP en el aula, basadas en el modelo de Maastricht:

- 1) Leer y analizar el escenario del problema
- 2) Realizar lluvia de ideas
- 3) Hacer una lista de lo que se conoce
- 4) Identificar lo que se desconoce y formular preguntas de aprendizaje
- 5) Buscar información
- 6) Integrar los nuevos conocimientos y aplicarlos al problema
- 7) Presentar la solución y evaluar el proceso.

Esta estructura fue tomada como referencia para el diseño de la intervención didáctica de la presente investigación, adaptando cada fase al trabajo con casos forenses simulados en química analítica.

Como evidencia de aplicación en contextos educativos similares, Viciano y Fernández-Laso (2023) implementaron ABP utilizando casos de antropología forense en educación secundaria y reportaron incrementos en la motivación y en la comprensión conceptual de los estudiantes. Este antecedente respalda la pertinencia de utilizar casos forenses simulados como problema detonador en la presente intervención, adaptando dicha lógica al eje de química analítica en jornada nocturna.

4.6 Entornos De Aprendizaje Basados En La Resolución De Casos

Para entender el Aprendizaje basado en casos (ABC) hay que separar tres conceptos: metodología, estrategia y técnica.

La metodología es el marco general. Son los principios y enfoques teóricos que guían como se enseña y se aprende. En este estudio, el constructivismo y el aprendizaje significativo sustentan el ABC. La estrategia son las acciones que el docente planea para lograr un objetivo de aprendizaje. En el ABC, la estrategia consiste en presentar un caso real o simulado y orientar a los estudiantes en su análisis, discusión, resolución, y la técnica es el recurso concreto, la actividad puntual que se usa dentro de la estrategia. Ejemplos de técnicas en el ABC en el proyecto son el estudio de caso escrito, el debate dirigido, el role-playing o el análisis de datos experimentales. Tener clara esta diferencia ayuda a entender que la metodología sustenta la estrategia, y la estrategia se ejecuta mediante técnicas. En el contexto de este trabajo, la metodología constructivista guía la estrategia de ABC, que a su vez se implementa usando técnicas como el análisis de casos forenses.

El ABC es una metodología de corte constructivista. Pone al estudiante en el centro. Se le presentan situaciones complejas tomadas de la vida real que exigen análisis, reflexión, argumentación y decisiones con fundamento.

Jonassen (2000) ya lo planteaba cuando el estudiante se enfrenta a dilemas contextualizados construye conocimientos de forma activa. No repite sino aplica teoría para resolver.

En la enseñanza de las ciencias, el ABC ha demostrado ser fuerte. Fomenta aprendizaje activo, trabajo colaborativo y pensamiento científico. El estudiante transfiere lo que aprende a situaciones nuevas. Además, desarrolla habilidades claves como son argumentar, interpretar datos y decidir con información. (Martínez et al., 2021).

4.7 Química Forense Como Contexto Didáctico

El termino forense viene del latín *forensis*, que significa “relativo al foro”. En la antigua Roma, el foro era el espacio público donde se debatía, se juzgaba y se tomaban decisiones, hoy el termino forense se usa para todo lo que tiene que ver con tribunales y pruebas legales.

En ese marco, la química forense es la rama de la química analítica que estudia evidencias físicas con relevancia legal. Su objetivo es identificar sustancias, determinar su composición y relacionar materiales con hechos investigados. Para eso, combina la química orgánica, inorgánica, instrumental y ambiental con técnicas de investigación criminal. (Saiz & Bordel, 2017).

Enseñar química forense tiene un plus donde vuelve significativo el aprendizaje, ayuda a desarrollar competencias científicas claves como observar con rigor, interpretar resultados cuantitativos, argumentar con evidencia cualitativa y pensar de manera crítica. En la nocturna del colegio CEDID por ejemplo, cuando trabajamos un caso de adulteración de alimentos, los estudiantes conectaron la química con algo real que es la seguridad alimentaria y la ley.

En química forense aplicada a educación el trabajo de (Carmo et al., 2021) es clave. Desarrollaron la “caja de herramientas forenses: estrategia de aprendizaje activo”. Diseñaron un kit pedagógico para que los estudiantes hagan experimentos reales, análisis de huellas dactilares e identificación de sustancias. El aula se vuelve en un laboratorio criminal. Concluyeron que esta estrategia no solo ayuda a apropiarse de conceptos químicos. También acerca la ciencia, la vuelve tangible y emocionante. Para este trabajo de investigación el aporte es central debido a que aquí aplicamos la misma ruta en nuestra práctica de escena del crimen. Esto muestra como los materiales experimentales, con lenguaje sencillo, logran que los estudiantes de la jornada nocturna se sientan científicos por un momento pese a las limitaciones de recursos en colegios públicos.

Otro antecedente es Saiz & Rupérez (2018), con “Tintas en el laboratorio analítico: una actividad forense”. Propone analizar documentos cuestionados separando tintas de lapicero con técnicas de laboratorio con la que se determina si un documento fue alterado.

Su valor para esta tesis está en lo práctico, una actividad forense de alto impacto se hace con materiales accesible. Convierte un tema difícil como mezclas y separación en un reto tipo detectivesco. Para nuestros estudiantes de la investigación es ideal porque da resultados visuales inmediatos, mantiene el interés y conecta la química con el entorno real como detectar fraudes y falsificaciones.

Un aporte importante es (Carmo et., 2020). Diseñaron una estrategia educativa forense sobre consumo de alcohol en la escuela. Usaron la química analítica para explicar como el alcohol interactúa con el organismo y como se detecta en pruebas forenses.

Concluyeron, que abordar el alcohol desde la ciencia y la investigación criminal genera más conciencia crítica que las charlas preventivas, en nuestro trabajo esto justifica la química forense no solo como actividad lúdica sino como herramienta de prevención. En uno de

nuestros casos simulados trabajamos el tema del alcohol los estudiantes estuvieron muy concentrados porque manifestaron que varios de ellos consumen alcohol con frecuencia. Este enfoque permite enseñar mezclas, reacciones, concentración, reacciones químicas de forma que impacta sus decisiones de vida.

Además, ayuda a que comprendan la función social de la química que es resolver problemas concretos y buscar la verdad en procesos judiciales o ambientales. En formación docente esto impulsa una enseñanza más reflexiva y conectada con los retos éticos de la ciencia en la actualidad.

4.8 Actitudes Hacia El Aprendizaje De La Química

Las actitudes del estudiante frente a la química afectan su rendimiento, motivación y ganas de aprender. La motivación es lo que impulsa a los mismos a participar, en cambio tener disposición es tener interés, persistir y nunca desistir aunque el tema sea difícil.

Según Fraser (1981) y Salta y Tzougraki (2024), una actitud positiva aumenta la participación y la comprensión a comparación de una actitud negativa que genera desinterés y ansiedad el estudiante ve la química como algo tedioso.

Esta propuesta usa el contexto forense para cambiar esas actitudes. Al resolver casos el estudiante aplica química a situaciones reales y contextualizadas. Asume el rol de investigador analizando pruebas, formulando hipótesis y argumentación. Eso mejora la motivación. así, la química deja de ser teoría suelta, se vuelve aprovechable, conectada con problemas que pasan en la realidad. Los estudiantes de la nocturna pasaron de ser apáticos a querer trabajar con más escenas simuladas del crimen.

4.9 Diseño De Un Caso Criminal

El diseño de casos es una estrategia de enseñanza que usa problemas parecidos a hechos reales. En Química forense, esos casos incluyen análisis químicos, evidencias físicas, aspectos legales y testimonios. Se basa en el aprendizaje por indagación y ABP. Así el estudiante investiga, integra conocimiento y se motiva (Herreid, 2007).

como estrategia de enseñanza-aprendizaje consiste en la creación de situaciones problemáticas que simulan hechos reales. En el ámbito forense estos casos pueden involucrar evidencias físicas o químicas, testimonios, análisis de laboratorio y elementos

jurídicos. Se trata de una estrategia basada en el aprendizaje por indagación y el aprendizaje basado en problemas (ABP), que permite integrar conocimientos científicos, desarrollar habilidades de investigación y fomentar la motivación del estudiante (Herreid, 2007).

Diseñar un caso criminalístico en el aula pone al estudiante como investigador. Crea hipótesis, interpreta resultados de laboratorio como espectros IR, analiza datos y concluye con argumentos sólido. Este enfoque impulsa el trabajo colaborativo y la autonomía (Gallardo & Becerra, 2020).

5 METODOLOGÍA

Este trabajo se enmarca en un enfoque es cualitativo de tipo interpretativo, busca comprender cómo cambian las actitudes hacia la química en estudiantes de nocturna cuando se usan casos criminales en el aula. El enfoque cualitativo permite conocer las percepciones y experiencias de los estudiantes frente a la estrategia didáctica, lo cual es coherente con el objetivo de analizar cambios en la disposición hacia la disciplina.

El diseño metodológico corresponde a un estudio de caso, entendido como un análisis profundo de una unidad en el mundo real con la jornada nocturna. Se planea, se aplica y se evalúa una propuesta didáctica específica. Participaron 18 estudiantes de Ciclo VI (601), jornada nocturna del CEDID Guillermo Cano en la localidad de Tunjuelito en la ciudad de Bogotá. El muestreo fue intencional porque este grupo tiene las características que necesita la investigación (adultos, jornada nocturna, adolescentes).

Aunque el núcleo es cualitativo, la recolección de datos incorpora elementos cuantitativos puntuales, como cuestionarios de escala tipo Likert post- intervención para medir los cambios en la actitud hacia la química, por ello se asume una metodología mixta con predominancia cualitativa. Los datos cuantitativos tienen un papel complementario ya que permiten triangular y fortalecer la interpretación cualitativa, pero no constituyen el eje central del análisis.

Como estrategia metodológica de aula se empleó el ABP. Los estudiantes asumieron el rol de investigadores forenses para resolver un caso criminalístico simulado. A partir de este problema, aplicaron conceptos de química analítica, interpretar datos instrumentales y argumentar conclusiones, simulando el trabajo de un laboratorio.

Para que fuera viable la enseñanza de las técnicas analíticas en ciclo VI, se aplicó el proceso de transposición didáctica. Este proceso implicó transformar el saber sabio propio de la química analítica forense en un saber enseñable esto sin perder el rigor conceptual pero adaptándolo al nivel cognitivo, al tiempo disponible y al contexto de los estudiantes.

La transposición se materializó en cuatro acciones:

- 1) Selección de contenidos claves: se priorizaron los conceptos de momento dipolar, modos de vibración y espectros IR dejando de lado el formalismo matemático avanzado.
- 2) Diseño del problema: se usaron espectros de sustancias y casos forense simulados para acercar la técnica a la realidad de los estudiantes.
- 3) Trabajo en equipos para analizar: los estudiantes interpretan datos espectrales, identifican grupos funcionales y relacionan los resultados con posibles sustancias.
- 4) Búsqueda de solución y argumentación : en grupos, los estudiantes discuten los hallazgos, construyen explicaciones y elaboran una conclusión del caso que luego se contrata en una socialización y retroalimentación.

El desarrollo incluyó sesiones teóricas muy breves, trabajo colaborativo y espacios de discusión. El rol del docente fue mediador y orientador propiciando que los estudiantes participaran.

Para concluir, el entorno de aprendizaje se estructura a través de la resolución de un caso criminalístico simulado, en el cual se integran conceptos claves de química, especialmente aquellos relacionados con procedimientos analíticos.

El caso propuesto contempla:

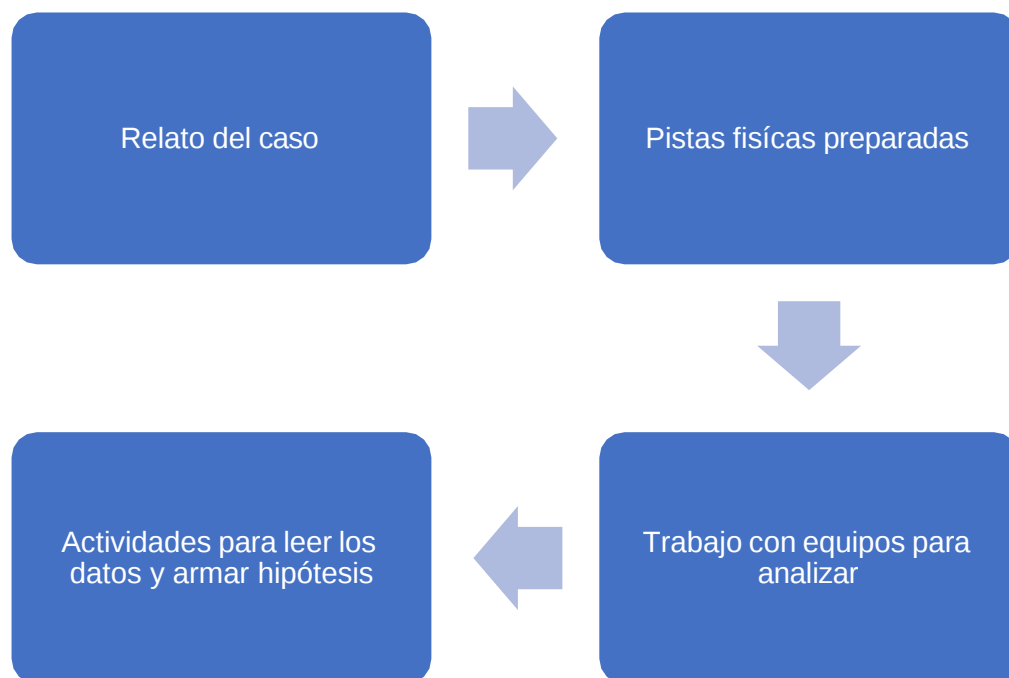


Figura 1. Diseño metodológico del trabajo de grado. *Elaboración propia.*

5.1 Técnicas Analíticas

La química forense se apoya en la química analítica para identificar, cuantificar y comparar sustancias en muestras de casos delictivos por ende, estas técnicas son esenciales para la recolección de datos y análisis de la evidencia. Su valor está en que entregan datos confiables y reproducibles sobre fluidos, objetos o residuos ligados a un hecho (Siegel, 2016).

En general, según lo que se busque se dividen en análisis cuantitativo y cualitativo. La cromatografía, espectroscopia, espectro de masas, electroforesis y otros más se usan en el campo forense. (Jackson, 2011). Ya sabemos que con estas herramientas podemos verificar si un documento es falso estudiando sus tintas, identificar pólvora en la ropa de un sospechoso, detectar trazas de drogas en la sangre, analizar vidrio de un accidente de tránsito o pintura. Cuando un futuro profe aprende esto, gana dos cosas piensa con criterio y entiende que la química no es solo laboratorio es justicia y esto se pudo comprobar en las sesiones con ciclo VI.

5.1.1 Espectroscopia IR

La IR es como un escáner para moléculas donde le mandas luz infrarroja a la muestra y los enlaces químicos empiezan a vibrar. Cada enlace absorbe luz en una frecuencia específica. El equipo dibuja eso y sale un gráfico único para cada sustancia. Por eso le dicen la “cedula de la molécula” (Silvestein, 2014).

La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, FTIR, es una técnica analítica basada en la interacción entre la radiación electromagnética del infrarrojo y la materia. Su principio central es que los enlaces químicos no son rígidos: se comportan como pequeños resortes que vibran a frecuencias características. Cuando un fotón de radiación infrarroja posee una energía igual a la diferencia de energía entre dos estados vibracionales de una molécula, ocurre el fenómeno de resonancia. En ese momento el dipolo molecular absorbe el fotón y la amplitud del movimiento vibratorio aumenta, pasando la molécula de un estado vibracional fundamental a un estado excitado. Es importante señalar que durante este proceso los modos de vibración y sus frecuencias no cambian; lo que varía es la amplitud de la vibración.

La radiación infrarroja se encuentra en el intervalo de 13000 y 10 cm^{-1} o, entre 0.77 y 1000 μm . En función de las distintas aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo por conveniencia la radiación infrarroja se ha clasificado en tres intervalos: infrarrojo cercano, infrarrojo medio e infrarrojo lejano. Siendo el intervalo de infrarrojo medio en donde se han encontrado las principales aplicaciones fundamentales. Por esta razón este libro trata únicamente del infrarrojo medio. En el llamado espectro de infrarrojo es posible observar el resultado de la interacción entre la radiación infrarroja y la muestra analizada. El espectro de infrarrojo es un dibujo compuesto por bandas o picos, en donde en el eje de las abscisas (o de las X) están representados todos los valores del intervalo de longitud de onda del infrarrojo medio, ya sea en número de onda (cm^{-1}) o de longitud de onda (nanómetros). Mientras que en el eje de las ordenadas (o de las Y) están representados los valores de la intensidad de absorción o transmisión. Cada pico en un espectro de infrarrojo representa un específico tipo de vibración. Por lo tanto, podemos decir que el espectro es una representación de los estados excitados producidos al hacer un barrido en todo el intervalo de longitudes de onda en el infrarrojo medio. (Mondragón Cortez, 2016, pp. 8)

La región del espectro situada entre 4000 y 1400 cm^{-1} , es de gran utilidad para la identificación de la mayoría de los grupos funcionales presentes en las moléculas orgánicas. Las absorciones que aparecen en esta zona provienen fundamentalmente de las vibraciones de estiramiento. La zona situada entre 1400 y 600 cm^{-1} , es por lo general, compleja, debido a que en ella aparecen una combinación de vibraciones de alargamiento, así como de flexión. Cada compuesto tiene una absorción característica en esta región, por esta razón a esta parte del espectro se denomina como la región de las huellas dactilares.

La muestra seleccionada para el estudio de espectroscopia de infrarrojo debe de ser representativa, es decir la porción seleccionada debe de representar fielmente la composición química de todo el objeto o porción total del producto. Con ello se garantizará un espectro representativo del sistema estudiado.

En una molécula un grupo funcional es una unión atómica con una determinada forma, que presentan una estructura y propiedades fisicoquímicas determinadas que caracterizan a los compuestos que los contienen. En un compuesto pueden existir varios grupos funcionales (-N-H (Grupo amino), -O-H (Alcoholes), -C=O (Grupo aldehído). Sus propiedades físicas y químicas vendrán determinadas fundamentalmente por ellos. Existen en la bibliografía una gran variedad de tablas de asignación de bandas o picos con el propósito de facilitar la explicación de un espectro de infrarrojo. Las hay organizadas por compuestos o por grupos

de familias químicas. A continuación un ejemplo, para familias de compuestos que tienen oxígeno en su estructura, y que absorben radiación infrarroja.

No todas las vibraciones moleculares son detectables por IR. Para que un modo normal de vibración sea activo en el infrarrojo debe cumplir la regla de oro de la espectroscopia infrarroja: solo son activas aquellas vibraciones en las que cambia el momento dipolar de la molécula durante el movimiento. El momento dipolar de enlace se define como:

$$\mu = qd$$

Donde (q) representa la magnitud de la separación de carga entre los átomos y (d) la distancia de enlace. La unidad común es el Debye (D). Si el momento dipolar es nulo, la vibración no interactúa con la radiación IR. Por ello, moléculas diatómicas homonucleares como O₂, N₂ y H₂ no presentan bandas de absorción en IR, mientras que moléculas polares como CO, H₂O, CH₃OH y la acetona sí lo hacen. Los valores de momento dipolar ilustran esta diferencia: CO = 0.12 D, CH₃OH = 1.66 D, acetona = 2.72 D.

El agua es un ejemplo didáctico ideal. El desbalanceo de carga entre el oxígeno y los dos hidrógenos genera un momento dipolar molecular neto. Esto produce dos tipos de momentos dipolares: uno asociado a cada enlace O-H y otro asociado a la molécula completa. Debido a ello, el agua absorbe intensamente en el infrarrojo, dando lugar a la banda ancha característica cerca de 3300 cm⁻¹ por tensión O-H y a la banda de flexión alrededor de 1640 cm⁻¹.

Las moléculas no vibran de una sola forma. Además de trasladarse y rotar, sus átomos realizan movimientos vibratorios complejos que pueden descomponerse en movimientos simples denominados modos normales de vibración. Estos modos se clasifican en dos grandes grupos:

- 1) Vibraciones de tensión o estiramiento: implican un cambio en la distancia interatómica a lo largo del eje del enlace. Pueden ser simétricas, cuando ambos enlaces se estiran y contraen al mismo tiempo, o asimétricas, cuando un enlace se estira mientras el otro se contrae.
- 2) Vibraciones de flexión o bandeo: implican un cambio en el ángulo entre dos enlaces. Incluyen deformación, balanceo, agitación y torsión.

En la molécula de agua, por ejemplo, se observan tres modos normales: tensión simétrica, tensión asimétrica y flexión. Cada modo vibra a una frecuencia diferente porque depende de las masas de los átomos involucrados y de la constante de fuerza del enlace. Por tanto, no todos los modos de un mismo tipo tienen la misma frecuencia en todas las moléculas. Esta dependencia de la masa y la fuerza de enlace es la razón por la cual cada grupo funcional absorbe en una región característica del espectro.

En enlaces carbono-hidrógeno, los modos normales son particularmente ilustrativos. Para un fragmento CH_2 unido a un carbono, se distinguen:

- Tensión simétrica y asimétrica: cambio en la longitud de los dos enlaces C-H en fase y fuera de fase.
- Deformación: cambio en el ángulo H-C-H en el plano.
- Balanceo: oscilación del grupo CH_2 respecto al eje del enlace C-C.
- Agitación y torsión: movimientos fuera del plano, donde los signos + y – indican desplazamiento hacia el lector o alejándose de él.

Cada uno de estos movimientos requiere una cantidad discreta de energía y, por tanto, aparece como una banda distinta en el espectro infrarrojo. La acumulación de estas bandas genera lo que se conoce como la “huella dactilar” molecular, un patrón único que permite identificar la sustancia analizada. (Mondragón Cortez, 2016, pp. 18-25)

En la enseñanza de la química analítica, el enfoque del libro Espectroscopia de infrarrojo para todos permite acercar esta técnica a estudiantes de bachiller sin requerir formación avanzada. Al trabajar con espectros de alimentos y casos forenses simulados, los estudiantes comprenden que la absorción infrarroja no es un concepto abstracto, sino la base para determinar si una sustancia es auténtica o falsificada. Esta conexión directa entre el fundamento físico-químico y una situación de investigación criminalística favorece la apropiación del conocimiento y reduce la percepción de la química como una disciplina ajena al contexto del estudiante.

De esta manera, la FTIR se convierte en un puente entre la teoría de los enlaces químicos y su aplicación en la resolución de problemas reales, objetivo central de la estrategia didáctica implementada.

Ahora la pregunta es, ¿En forense para qué? Si llega un polvo y no sabes si es cocaína o talco, la IR te lo dice sin gastar la muestra. Si dos motos se estrellan, comparas la pintura y

sabes si son el mismo o si sospechas de un documento falso miras la tinta. Con los estudiantes les mostré dos espectros, uno de una de una pastilla real y otro de una falsa. Ellos mismos explicaron diciendo “profe esta no es”. Ahí entendieron enlaces, vibración y por qué la química importa en nuestra vida.

En el ámbito forense, la IR es una herramienta no destructiva muy utilizada para el análisis de fibras, pinturas, drogas, cosméticos y otros materiales de interés criminalístico. Su utilidad radica en la rapidez de la obtención de los resultados, el bajo requerimiento de muestras y la posibilidad de comparar espectros de evidencia con bibliotecas de referencia

Desde la enseñanza de la química analítica, introducir la Espectroscopia IR permite a los estudiantes interactuar con datos reales y desarrollar competencias en la interpretación de espectros, relacionado teoría con aplicación profesional.

5.1.2 Espectroscopia UV-Vis

La espectroscopia Ultravioleta-Visible, UV-Vis, mide la absorción de radiación electromagnética entre 200 y 800 nm por parte de moléculas que contienen electrones π o pares no enlazantes que pueden excitarse.

La relación entre absorbancia y concentración está dada por la Ley de Lambert-Beer:

$$A = \varepsilon . c . l$$

Donde A es la absorbancia, ε el coeficiente de extinción molar, c la concentración y l la longitud del paso óptico. Esta ley es la base para los análisis cuantitativos en química analítica. Los espectros UV-Vis muestran picos de absorción asociados a transiciones electrónicas $\pi \rightarrow \pi$ y $n \rightarrow \pi$. La posición e intensidad de las bandas dependen del ambiente químico del resto absorbente. Por ejemplo, el benceno tiene bandas a 203.5 nm y 254 nm, mientras que el ácido benzoico se desplaza a 230 nm y 273 nm por la sustitución del grupo carboxilo. La identidad de un compuesto desconocido puede determinarse comparando su espectro con bibliotecas de referencia, proceso conocido como búsqueda espectral. (Harvey, 2016)

En el contexto instrumental, un espectrofotómetro UV-Vis típico consta de una fuente de radiación (lámpara de deuterio para UV y tungsteno-halógeno para visible), un monocromador que selecciona la longitud de onda deseada, una muestra contenida en una celda de cuarzo

o vidrio, y un detector que mide la intensidad de la luz transmitida (Harris, 2010). Los equipos modernos permiten la adquisición de espectros completos en cortos intervalos de tiempo, el uso de celdas de distintas geometrías y el control automatizado de parámetros, lo que incrementa la precisión y reproducibilidad de los resultados. Además, este tipo de instrumentación es relativamente accesible en comparación con otras técnicas espectroscópicas, lo que facilita su implementación en laboratorios de docencia y en aplicaciones de control de calidad (Miller & Miller, 2018).

En el ámbito de la química analítica y de la investigación forense, la espectroscopía UV-Vis se emplea para determinar la concentración de analitos en disoluciones, seguir reacciones químicas en tiempo real, estudiar la pureza de compuestos y cuantificar impurezas o trazas cuando se combinan con métodos de separación como cromatografía. También resulta fundamental en estudios ambientales, farmacéuticos y clínicos, donde se requiere la cuantificación de fármacos, colorantes, metabolitos y otras sustancias cromóforas en matrices complejas (Castillo & Domínguez, 2018). De esta forma, la espectroscopía UV-Vis constituye un referente teórico metodológico esencial en cualquier trabajo que involucre análisis cuantitativo en fase líquida, por su simplicidad conceptual, robustez y amplia versatilidad aplicativa.

En análisis forense, la absorción molecular UV/Vis se utiliza rutinariamente para el análisis de narcóticos y para pruebas de drogas. Una aplicación típica es la determinación de alcohol en sangre mediante la oxidación de etanol y la medición de la disminución de absorbancia a 440 nm del ion dicromato.

Para la estrategia didáctica, UV-Vis permite diferenciar tintas, detectar adulteración en bebidas y cuantificar principios activos en medicamentos.

.

5.1.3 Cromatografía De Gases

La cromatografía de gases, GC, es una técnica de separación física para mezclas de compuestos fácilmente volatilizables. La muestra se volatiliza en el inyector y se introduce en una columna capilar dentro del horno. La separación ocurre por la interacción diferenciada de los componentes con dos fases: la fase estacionaria, que recubre la pared de la columna, y la fase móvil, un gas inerte llamado gas portador o carrier, generalmente helio, nitrógeno o argón. Los compuestos con mayor afinidad por la fase estacionaria recorren la columna más lento y salen con mayor tiempo de retención. Los de menor afinidad salen primero junto con

el gas portador. El resultado se registra como un cromatograma, donde cada pico representa un compuesto y el tiempo de retención funciona como una “huella dactilar”.

Un cromatógrafo de gases consta de un inyector en donde se volatiliza la muestra a alta temperatura, una columna cromatográfica que contiene la fase estacionaria puede ser gas-sólido GSC o gas-líquido GLC, horno para controlar la temperatura para mejorar la separación, gas portador encargado de transportar la muestra sin reaccionar con ella, detector el cual mide la cantidad de cada compuesto al salir de la columna. Los más comunes son FID e ionización de llama y MS espectrometría de masas. (Skoog et al.,2017)

La GC es una técnica central en química forense por su capacidad para separar y cuantificar trazas en mezclas complejas:

Toxicología: Detecta drogas, alcohol y venenos en sangre y orina. Se usa para determinar la causa de muerte en casos sospechosos.

Incendios y explosivos: Identifica acelerantes como gasolina y residuos de explosivos en escombros. Permite dictaminar si un incendio fue accidental o provocado.

Análisis de drogas: Se usa para determinar cocaína en muestras inorgánicas y biológicas en laboratorios de criminalística.

Identificación de sustancias desconocidas: Analiza compuestos volátiles de materiales encontrados en la escena del crimen y los compara con bases de datos de referencia. (Moncayo et al.,2014)

5.1.4 ADN Forense

El análisis de ADN extrae y amplifica regiones STR del material genético presente en sangre, saliva, semen o células epiteliales. Permite identificar individuos con probabilidad de coincidencia superior a 1 en miles de millones. Se considera la prueba de individualización por excelencia.

5.1.5 Dactiloscopia

La dactiloscopia analiza los patrones de crestas papilares en huellas dactilares. Aunque no es una técnica química, se incluye por el uso de reactivos como ninhidrina, cianoacrilato y polvos metálicos para revelar huellas latentes en distintas superficies.

5.1.6 *Análisis De Drogas*

Incluye pruebas presuntivas colorimétricas y confirmatorias por cromatografía y espectrometría de masas. Permite identificar cocaína, cannabis, anfetaminas, opiáceos y nuevas sustancias psicoactivas en muestras sólidas y biológicas.

5.1.7 *Análisis De Explosivos*

Detecta residuos de explosivos orgánicos e inorgánicos mediante cromatografía iónica, GC-MS y espectroscopia Raman. El análisis determina el tipo de explosivo usado y puede vincularlo con una fuente de fabricación.

5.1.8 *Análisis De Fibras*

Identifica y compara fibras naturales y sintéticas transferidas entre personas y objetos. Se examinan por microscopía y se identifican químicamente por microespectrofotometría UV-VIS e IR. Evidencian contacto entre víctima, sospechoso y escena.

5.1.9 *Detección De Manchas Hemáticas*

La detección de sangre se realiza en etapas presuntiva y confirmatoria. El luminol produce quimioluminiscencia con el hierro de la hemoglobina, y la prueba de fenolftaleína vira a rosa en su presencia. Las pruebas confirmatorias usan detección de antígeno humano específico o pruebas cristalográficas.

5.1.9.1 *Análisis De Patrón De Manchas Hemáticas (BPA).*

Estudia la forma, tamaño y distribución de las manchas para reconstruir la dinámica del hecho. Calcula el ángulo de impacto y el área de origen del sangrado, aportando información sobre tipo de arma y posición de los involucrados.

5.1.10 Residuos De Disparo (GSR)

Identifica partículas inorgánicas de plomo, bario y antimonio producidas en la detonación de un cartucho. Se analizan por microscopía electrónica de barrido con espectroscopia de energía dispersiva [SEM-EDX] para determinar si una persona disparó o estuvo cerca del arma.

5.1.11 Toxicología Forense

Analiza fluidos y tejidos biológicos para detectar alcohol, drogas, medicamentos y venenos. Usa GC-MS para compuestos volátiles y LC-MS/MS para compuestos no volátiles. Permite establecer si una sustancia contribuyó a la muerte o alteración del comportamiento.

5.1.12 Balística forense

Estudia el funcionamiento de armas de fuego y las marcas que quedan en proyectiles y casquillos. Mediante microscopía de comparación se determina si un proyectil fue disparado por un arma específica y se reconstruye la trayectoria del disparo.

5.1.13 Entomología forense

Estudia la sucesión de insectos en el cadáver para estimar el intervalo postmortem. El estadio de desarrollo de larvas de moscas Calliphoridae, junto con la temperatura ambiente, permite calcular el tiempo transcurrido desde la muerte.

5.2 Cronograma De La Implementación

Matriz de Diseño de Actividades

Sesión / Tiempo	Objetivo	Actividad	Metodología	Recursos	Observaciones
Sesión 1 (1 hora)	Diagnosticar actitudes iniciales hacia la química analítica	Aplicación de la Escala Mixta Likert–Thurstone (versión pretest)	Instrumento cuantitativo individual	Cuestionarios impresos, lápices, aula	Asegurar anonimato para respuestas sinceras
Sesión 2 (1 hora)	Introducir a los estudiantes en el contexto de la química forense	Conversatorio inicial: ¿Qué es la química forense? + análisis de un caso real Sencillo	Clase dialogada y discusión guiada	Presentación en PowerPoint, ejemplos de noticias reales, pizarra	Motivar y conectar con la vida cotidiana
Sesión 3 (2 horas)	Comprender la relación entre química analítica y casos criminales	Presentación del caso criminal (intoxicación por jugo fermentado con metanol) y análisis de evidencias	Estudio de caso en equipos pequeños	Documento con descripción del caso, guía de preguntas	Se inicia la construcción de hipótesis
Sesión 4–5 (2 horas)	Aplicar técnicas de resolución de problemas forenses en un entorno lúdico	Desarrollo del juego tipo Clue Forense: recolección de pistas, análisis de resultados simulados, resolución del caso	Aprendizaje basado en juegos, trabajo colaborativo	Tablero del juego, cartas de sustancias, evidencias, sospechosos y resultados de laboratorio	Fomentar trabajo en equipo y pensamiento crítico
Sesión 6 (1 hora)	Socializar conclusiones y reflexionar	Exposición de cada grupo sobre	Exposición breve por grupos +	Pizarra, rotafolios, marcadores	Integrar teoría y práctica

	sobre la experiencia	cómo resolvió el caso y qué técnicas fueron claves	debate guiado		
Sesión 7 (1 hora)	Evaluar cambios en actitudes hacia la química analítica	Aplicación de la Escala Mixta Likert–Thurstone (versión posttest)	Instrumento cuantitativo individual	Cuestionarios impresos o en línea	Comparar con resultados iniciales
Sesión 8 (30 min)	Recoger percepciones cualitativas de la experiencia	Mini-entrevista grupal: ¿Qué les gustó más? ¿Qué aprendieron? ¿Cómo cambió su visión de la química analítica?	Entrevista semiestructurada	Grabadora de voz o notas de campo	Complementar resultados cuantitativos

Tabla 1. Matriz de diseño de las actividades. *Elaboración propia*

5.3 Tipo y Enfoque De Investigación

La presente investigación se enmarca en el enfoque mixto, dado que combina técnicas cuantitativas y cualitativas para obtener una comprensión más completa del fenómeno estudiado. Desde el enfoque cuantitativo, se aplican instrumentos de medición de actitudes (Escala Mixta Likert–Thurstone) en diferentes momentos de la intervención, con el fin de identificar cambios en las percepciones de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química analítica. Desde el enfoque cualitativo, se recogen observaciones de clase, comentarios de los participantes y reflexiones derivadas de la experiencia lúdica, lo cual permite interpretar los resultados desde la perspectiva de los propios actores educativos.

En cuanto a su alcance, se clasifica como una investigación aplicada de tipo descriptivo–exploratorio, ya que busca dar solución a una problemática educativa concreta: la desmotivación y las dificultades en la comprensión de los conceptos de química. Además,

tiene un carácter didáctico–experimental, dado que se diseña, implementa y evalúa un entorno de aprendizaje basado en casos de química forense y estrategias de gamificación, con el fin de analizar sus efectos en las actitudes de los estudiantes.

El diseño corresponde a un estudio de caso con evaluación posterior a la intervención, aplicado a un solo grupo de estudiantes del Colegio Guillermo Cano Isaza (IED), específicamente en el curso “Ciclo seis”. La elección de este diseño obedece a las características de la población y al interés por observar los cambios generados en los participantes antes y después de la intervención pedagógica.

5.4 Participantes

La implementación de esta investigación de trabajo de grado se realizó en el colegio Guillermo Cano Isaza, en Tunjuelito localidad de la ciudad de Bogotá. con estudiantes ciclo 601 de la jornada nocturna, en el espacio de química, en el cual participaron dieciocho estudiantes, de los cuales fueron diez mujeres y ocho hombres, entre 17 y 67 años. Dentro del grupo hay diversidad en estilos de aprendizaje y condiciones. Dos casos fueron clave para la investigación: una estudiante con dificultad en el habla y un estudiante con hipoacusia leve. Ambos participaron en todas las sesiones realizadas.

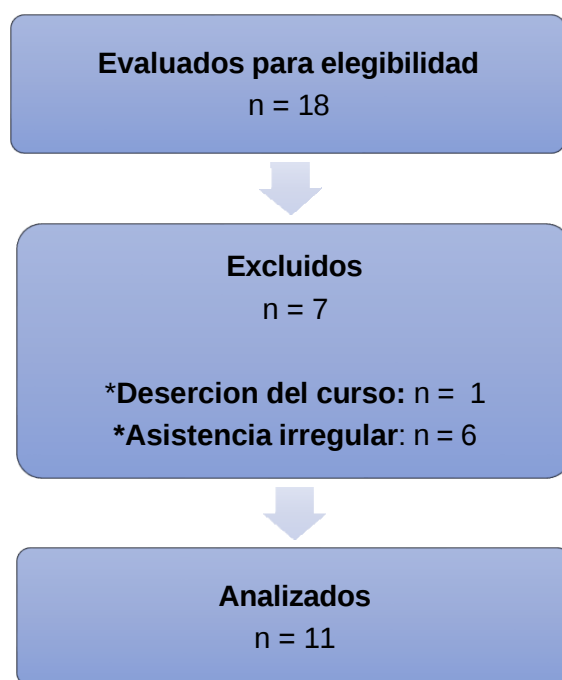


Figura 2. Diagrama de flujo CONSORT-like. Elaboración propia.

Del total inicial, 1 estudiante no completó la intervención por deserción del curso y 11 por asistencia irregular. La muestra final analizada fue de 11 estudiantes, incluyendo a los dos estudiantes con dificultades de comunicación mencionados, quienes participaron en todas las sesiones realizadas.

5.5 Instrumentos

Se construyeron tres instrumentos:

- i) El instrumento del juego (Criminal Case: ¿Will you discover the killer?) se desarrolló a partir del modelo TPACK, el cual consta de un tablero de investigación dividido en seis (6) zonas de investigación del crimen: laboratorio de química, escena del crimen, hospital, parque de juegos, biblioteca. Cada equipo avanzará por el tablero donde obtendrán pistas al resolver retos. además, tendrán unas cartas con diferentes sustancias tóxicas como: metanol, arsénico, plomo, cianuro, pesticidas, formol; alimentos e evidencias : leche, jugo fermentado, carne de res, fresas, embutidos, agua ; sospechosos: cocinero del evento, distribuidor de bebidas, estudiante de laboratorio, profesor de química, vendedor ambulante, técnico y por último, los jugadores contarán con una hoja de pistas en la que cada equipo anota las cartas que descarta hasta acercarse a la combinación final (sustancia+alimento+sospechoso) marcando con una (X) las cartas que descarten. con el fin, de dejar en los estudiantes un aprendizaje significativo. **Anexo 1**
- ii) El diseño del caso criminalístico, el cual se trabajó a partir de la muerte de una persona que disfrutaba de un festival del retorno en un pueblo de Cundinamarca, en donde se repartía una bebida fermentada artesanal a base de frutas tropicales, horas después, varios asistentes llegaron al hospital regional con síntomas de dolor abdominal, vómito, visión borrosa y dificultad para respirar. El laboratorio forense recibe muestras de la bebida sospechosa, junto al contenido gástrico de las víctimas para determinar si existe presencia de sustancias tóxicas. Las evidencias apuntan a una posible intoxicación por metanol, un alcohol altamente tóxico que puede producirse por una fermentación inadecuada o agregarse de forma deliberada para aumentar el grado de alcohol.

El objetivo de este caso es identificar la presencia de metanol en la bebida fermentada artesanal para establecer si su concentración sobrepasa los límites

permitidos por la normativa colombiana e inferir si el envenenamiento fue accidental o intencional. Por ende, los estudiantes asumirán el rol de investigadores químicos.

iii) El juego crimen en el tablero se diseñó como técnica del Aprendizaje Basado en Casos para evaluar y fortalecer las actitudes hacia la química forense. Cada tipo de tarjeta responde a un componente de la actitud:

- Tarjetas de Evidencia: representan los instrumentos y pruebas químicas vistas en clase. Su recolección exige que el estudiante identifique el uso correcto de cada prueba, conectando contenido conceptual con práctica forense.
- Tarjetas de Preguntas: abordan concepciones erróneas comunes sobre la evidencia forense. Al exigir justificación de la respuesta, se promueve la reflexión crítica y se evidencian cambios en la dimensión cognitiva y afectiva de la actitud.

De este modo, el juego no es un recurso lúdico aislado, sino una estrategia para llevar a la práctica la incógnita “actitud hacia la química forense” mediante indicadores cualitativos como son evidencias, comportamientos, percepciones, opiniones. **Anexo 2**

5.5.1 Instrumentos De Evaluación De Actitudes Al Cierre

La construcción de la escala tipo Likert siguió las recomendaciones de Devellis (2017) respecto a la definición del constructo, la formulación de ítems y la validación de contenido por jueces expertos. Adicionalmente, se empleó el diseño de escala mixta propuesta por Guil Bozal (2005) propone una metodología híbrida para construir escalas de actitud, combinando la sencillez de la escala tipo Likert con el rigor ponderado de la escala de Thurstone. La idea surge para superar una limitación de la escala Likert tradicional, donde todos los ítems reciben el mismo peso, lo cual puede no reflejar de forma precisa la variabilidad real de las actitudes.

Se desarrolló una escala mixta Likert – Thurstone con el objetivo de medir las actitudes de los estudiantes de ciclo 601 hacia el aprendizaje de química analítica en un entorno forense y gamificado combinando ponderación de ítems por jueces expertos (enfoque Thurstone) y respuesta graduada del estudiantado (formato Likert 5 puntos). El panel de jueces estuvo conformado por cuatro docentes de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Se empleó la técnica Delphi en dos rondas para valorar la pertinencia y orientación de los ítems. Cada afirmación

fue calificada en un continuo de uno a 11 de actitud muy negativa a muy positiva. Calculándose la mediana y el rango intercuartílico (IQR) para cada ítem, se seleccionaron aquellos con mayor consenso ($IQR \leq 3$) y se garantizó la cobertura del continuo de actitud, conformando así la versión final del instrumento aplicado a los estudiantes. **Anexo 4**

Los 16 ítems se distribuyeron en los tres componentes actitudinales definidos en el marco teórico: cognitivo, afectivo y conductual. La tabla a continuación muestra dicha distribución.

5.5.1.1 Operacionalización De Los Componentes Actitudinales En La Escala Tipo Likert.

Distribución de los ítems por componente actitudinal

Componente actitudinal	Definición operacional	Ítems
Cognitivo	Creencias y percepciones sobre la utilidad, importancia y relación de la química con la vida cotidiana	1, 5, 7, 8, 10, 11
Afectivo	Sentimientos, agrado y valoración emocional hacia la química y su aprendizaje	2, 4, 9, 12, 13, 15
Conductual	Intención de actuar y motivación para participar en actividades de química	3, 6, 14, 16

Tabla 2. Distribución de los ítems por componente actitudinal en la escala Likert.

Elaboración propia

La distribución de los ítems por componente permite evidenciar que el instrumento evalúa de manera equilibrada los tres componentes de la actitud, tal como lo plantea el modelo tripartito. Esta organización garantiza la validez del contenido del instrumento.

En la Escala Likert los estudiantes respondieron 16 ítems con las siguientes opciones de respuesta:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

Sus respuestas se combinaron con el peso dado por los jueces y así se obtuvo la puntuación final de la escala mixta. También, se incluyeron tres preguntas abiertas.

Anexo 5

De manera complementaria, las diferentes actividades e instrumentos contruidos fueron sometidos al juicio de una docente investigadora experta en enseñanza de las ciencias experimentales, revisión que se realizó a través de una rúbrica de evaluación. **Anexo 6.**

5.5.1.2 Confiabilidad Del Instrumento.

ESCALA LIKERT- PREGUNTAS																
Participantes	tem 1	tem 2	tem 3	tem 4	tem 5	tem 6	tem 7	tem 8	tem 9	tem 10	tem 11	tem 12	tem 13	tem 14	tem 15	tem 16
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48
2	2	4	2	4	2	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	54
3	4	4	3	3	3	3	4	2	4	3	2	3	1	4	5	51
4	4	5	1	5	1	5	4	1	5	4	2	4	4	3	4	56
5	2	4	1	4	1	3	5	1	4	3	2	1	3	3	3	43
6	4	5	2	4	2	5	4	2	5	4	4	4	4	4	4	61
7	4	5	5	5	5	5	5	1	5	1	1	1	1	1	1	51
8	4	5	1	5	1	5	4	1	5	4	1	1	5	1	1	49
9	5	5	1	5	5	5	4	1	5	1	1	1	5	4	4	57
10	4	4	5	4	1	4	4	2	5	3	1	4	4	4	1	55
11	3	5	1	5	1	5	3	1	5	3	1	1	3	1	1	44
Totalmente de acuerdo	1	6	2	5	2	6	2	0	7	0	0	0	2	0	1	39
Totalmente en desacuerdo	0	0	5	0	5	0	0	6	0	2	5	5	2	3	4	37
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	1	2	2	2	3	2	1	1	5	1	2	3	3	2	35
De acuerdo	6	4	0	4	0	2	7	1	3	3	1	4	4	5	4	51
En desacuerdo	2	0	2	0	2	0	0	3	0	1	4	0	0	0	0	14
VARIANZA IND	0.87	0.47	2.42	0.62	2.42	0.82	0.4	1.02	0.47	1.16	0.96	2.07	1.85	1.69	2.36	0.76

Nivel de acuerdo		Valoración
Totalmente de acuerdo		5
Totalmente en desacuerdo		1
Ni de acuerdo ni en desacuerdo		3
De acuerdo		4
En desacuerdo		2

NUMERO DE ITEM		16
SUMATORIO DE LAS VAR DE LOS ITEM		20.38
VARIANZA DE LAS SUMAS DE LOS ITEMS		30.62

ALFA DE CRONBACH		0.36
		0.36

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K : El número de items
 S²_T: Sumatoria de Varianzas de los Items
 S²_i: Varianza de la suma de los Items
 α: Coeficiente de Alfa de Cronbach

$\frac{K}{K-1} \Rightarrow$	1.1
$\frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \Rightarrow$	0.7
$\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right] \Rightarrow$	0.33

Figura 3. Coeficiente Alfa de Cronbach. Elaboración propia

La consistencia interna de la escala tipo Likert se estimó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de $\alpha = 0,36$.

Según George y Mallery, valores inferiores a 0.60 se consideran inaceptables. Por tanto, el instrumento presenta confiabilidad baja en esta aplicación.

Este resultado se atribuye principalmente al tamaño reducido de la muestra final $n = 11$, dado que el coeficiente Alfa es sensible a muestras menores a 30 participantes. Adicionalmente, el instrumento fue diseñado para este fin para la estrategia didáctica implementada y corresponde a su primera aplicación por lo que no cuenta con procesos previos de validación y ajuste. La heterogeneidad del grupo, con edades entre 17 y 67 años y diversidad en estilos de aprendizaje, también pudo contribuir a la variabilidad de las respuestas.

En consecuencia, los resultados derivados de la escala deben interpretarse con cautela. y se reconocen como una limitación del estudio. Se recomienda para futuras investigaciones ampliar la muestra y realizar análisis de validez de constructo y confiabilidad que permitan ajustar y depurar el instrumento.

5.5.1.2.1 Análisis Cualitativo.

Para el análisis de las respuestas abiertas y las observaciones de clase se empleó el análisis temático siguiendo las seis fases propuestas por Braun y Clarke (2006):

- 1) Familiarización con los datos
- 2) Generación de códigos iniciales
- 3) Búsqueda de temas
- 4) Revisión de temas
- 5) Elaboración de informe

La codificación se realizó de forma inductiva apoyada en el procedimiento propuesto por Saldaña (2021). Los temas emergentes se utilizaron para triangular los resultados cuantitativos obtenidos con la escala tipo Likert.

5.6 Consideraciones Éticas

La investigación se desarrolló bajo los lineamientos de la Resolución de 8430 de 1993 y la Ley 1581 de 2012 de Habeas Data. Se aplicó el formato institucional FOR09GSI “Autorización Tratamientos de Datos Personales y Menores de edad” de la Universidad Pedagógica Nacional versión 01 del 18-06-2018. Dicho formato fue diligenciado por todos los participantes: para los estudiantes mayores de edad se usó la página 1 de 2, y para los menores de edad se usó la página 2 de 2 con firma del acudiente legal. Se garantizó anonimato mediante codificación E1 a E11, participación voluntaria y para uso exclusivamente académico de los datos. **Anexo 3**

5.6.1 Manejo De Datos Sensibles y Riesgo Psicosocial

Dada la participación de estudiantes con diversidad funcional, se garantizó el ajuste razonable en las actividades y la confidencialidad de la información diagnosticada, manejándola únicamente por el investigador de este estudio. Los datos se anonimizaron absolutamente usando codificaciones. Las dinámicas fueron diseñadas bajo los principios del DUA,

asegurando que la recopilación de datos no generara exclusión ni vulnerara la dignidad de los participantes debido a su condición.

5.6.2 *Simulación de Casos Criminales*

Para mitigar el riesgo de activación rauma en víctimas de violencia, los casos forenses fueron simulados y ficticios, sin referencia a eventos reales de la comunidad. Antes de cada caso se mencionaba su naturaleza y temática, además, se permitió abstenerse de participar sin ninguna implicación académica. Durante cada sesión se observaron las reacciones conductuales y emocionales de los estudiantes para detectar signos de angustia o desestabilización. Se estableció un protocolo de contención, se suspendía su participación y se remitía a la coordinación. Los consentimientos informados por los estudiantes mayores de edad y acudientes.

6 RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos en todas las sesiones implementadas según el cronograma que se mostró, además, de los instrumentos y actividades implementados durante las mismas. **Anexo 7**

6.1 Sistematización De La Experiencia Pedagógica

6.1.1 Estructura De La Sistematización y Análisis De La Información

Objetivos específicos	# Sesión	Actividad realizada	Conformación	Información recolectada
Establecer las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de química analítica al inicio, durante el desarrollo del trabajo didáctico en el entorno de aprendizaje diseñado y al Finalizarlo	2	Actividad # 5:	Grupal	Solución del caso y socialización
		Juegos “Criminal Case” y Ajedrez.		
Diseñar y desarrollar un entorno de aprendizaje de conceptos de química analítica centrado en casos de química forense	3	Actividad # 2: “Caso criminal por envenenamiento de bebida artesanal”	Grupal	Trabajo escrito y socialización
		Actividad #4: Detective químico	Grupal	Taller escrito del caso y recolección de respuesta de las preguntas planteadas
		Actividad # 6:		

		Trabajo práctico de laboratorio: recolección de pruebas criminales. Actividad # 7: Laboratorio virtual.	Grupal Individual	Croquis y exposición del laboratorio. Taller virtual
Identificar y caracterizar los cambios en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de química analítica en diferentes momentos del desarrollo del trabajo didáctico en el entorno de aprendizaje diseñado	1 4-5 7- 8 6	Actividad # 1: "Química forense y química analítica" Actividad # 3: Trivia Actividad # 4: Juego de preguntas Actividad # 9: recursos de indagación de cierre: - Escala Likert - Cuestionario de preguntas abiertas - Entrevistas Actividad # 8: IR y CG	Grupal Grupal Grupal Individual Grupal	Taller escrito en clase. Socialización grupal. Solución y socialización de cada respuesta. FORMS y entrevistas individuales Registro de comprensión a través de escrito y participación

Tabla 3. Ítems de sistematización y análisis de la información. Fuente: elaboración propia.

De conformidad con lo anterior, se generaron los siguientes ejes de análisis:

Eje 1: Actitudes iniciales de los estudiantes hacia el aprendizaje de conceptos fundamentales de química analítica.

En esta sesión se realiza una aproximación a la caracterización actitudinal de los estudiantes frente a los conceptos básicos en química analítica mediada por la química forense. **Anexo**

Actividad	Registro	Observaciones
Taller escrito	 Uso de descripciones narrativas para explicar como con técnicas de la química analítica (UV-Vis, IR, GC) podemos contar la verdad sobre un delito.	Dificultad para incorporar conceptos químicos como “sustancia”, “heterogéneo”, “homogéneo”, “analito”, o “xenobiótico”
Socialización grupal	Participación activa y curiosidad por responder al taller y atender a los conceptos de química que se preguntan.	La mayoría de los estudiantes tenía una idea vaga o confusa de algunos términos y conceptos de la química general.

Tabla 4. Registro de observaciones del Eje 1. Elaboración propia

Este estudio se desarrolló con un grupo de 18 estudiantes de Ciclo VI de la jornada nocturna del Colegio CEDID Guillermo Cano Isaza, ubicado en la localidad de Tunjuelito, en la ciudad de Bogotá. En la sesión inicial se percibió que la mayoría de ellos no están tan familiarizados con muchos conceptos químicos previos y que inicialmente, percibían la química como algo “ajeno” o “innecesario” (tal como lo refleja los resultados del ítem 1 y 5 de la escala tipo Likert). Por ende, parece ser que han tenido un contacto fragmentado con la ciencia durante su paso por el colegio, por esta razón, es tan importante establecer las actitudes a través del diseño de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales.

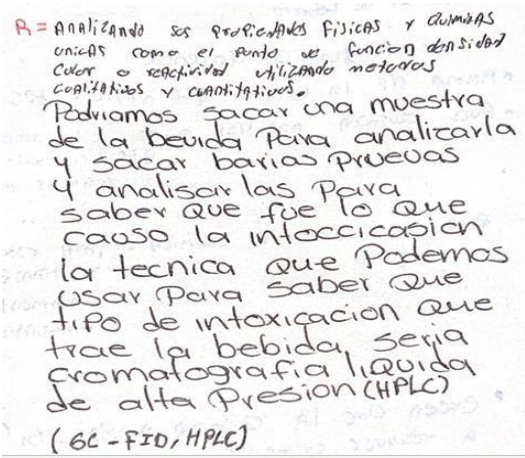
Por otra parte, otra barrera es la enseñanza de la química tradicional la cual genera una brecha entre la teoría, la práctica y la vida real, lo que suele causar una actitud de desinterés, pues el mundo de la química se les hacía “difícil” (ítem 10) antes de la implementación. Ahora bien, la química forense como temática de interés se eligió porque más allá de ser una rama de la ciencia, es un puente de conexión entre el aula y la enseñanza de la química, para identificar y transformar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia mediante las técnicas analíticas, la curiosidad científica, la gamificación y los escenarios criminales.

En la primera sesión, durante el taller escrito se evidenció que la química analítica es percibida inicialmente como un conjunto de herramientas prácticas para resolver crímenes, más que como una disciplina científica rigurosa. Los estudiantes lograron identificar la utilidad de la química en el contexto forense, pero sus respuestas reflejaron una brecha frente a la comprensión del fenómeno y la capacidad de nombrarlo técnicamente. Esto demuestra que, para un grupo con poca experiencia en el área, el primer contacto genera una fascinación por el resultado, pero una evasión del proceso debido a la carga cognitiva de la terminología científica.

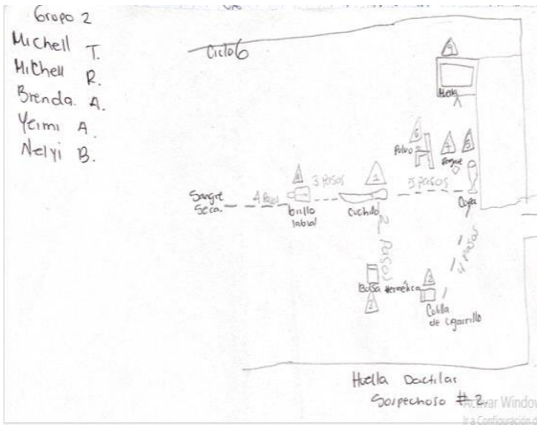
En la socialización grupal, esta brecha hizo más evidente que la química forense facilitó la comprensión de la química analítica al darle un sentido didáctico al conocimiento, aunque los

estudiantes manifestaron inicialmente que algunos conceptos no los habían escuchado antes. El contexto criminalístico transformó esa percepción, esto se observó cuando un estudiante afirmó “yo pensaba que la química era solo la tabla periódica pero ahora sé que sirve para saber a través de pruebas si un cuerpo ha sido movido de un lugar a otro” (Estudiante 4, comunicación personal, 2026).

Eje 2: Desarrollo del entorno de aprendizaje de conceptos de química analítica centrado en casos de química forense. Anexo 9

Actividad	Registro	Observaciones
Trabajo escrito	 Por grupo los estudiantes hicieron sus hipótesis frente al caso de envenenamiento por bebida artesanal.	Los estudiantes plantearon una posible solución a un caso simulado, integrando las técnicas analíticas vistas y sintieron la necesidad de resolverlo recurriendo a herramientas externas.
Socialización grupal	Se realizó una retroalimentación del caso simulado.	Defienden sus hipótesis y tratan de conectar lo visto en la intervención

Solución del Criminal Case	 Esta adaptación tipo Clue es una herramienta pedagógica. La cual pretende transformar al estudiante de un lector de teoría a un perito analítico en casos forenses. En lugar de resolver ejercicios de molaridad el estudiante debe usar la química para resolver una narrativa de justicia.	Tras la gamificación se evidencia que los estudiantes ya no ven la química como una serie de fórmulas aisladas, sino como una herramienta de justicia científica. Además de esto, formulan y defienden sus hipótesis de manera coherente al desarrollo de cada una de las escenas. Por otro lado, al enfrentarse al misterio de "quién, dónde y con qué", los estudiantes comprenden por qué los pasos que vimos en la sección antes de (recolección, sellado y bitácora) son vitales a la hora de una escena criminal. Por último, Han desarrollado la capacidad de conectar la logística de la escena del crimen con la importancia del análisis de laboratorio, logrando una conexión a la Química Forense.
Socialización		Ambos grupos llegaron a concluir que en química forense una observación visual (análisis cualitativo) siempre debe ser respaldada por una prueba confirmatoria (análisis cuantitativo).
Juego Crimen en el Tablero (Ajedrez)		Se observó que el juego privilegia la dimensión argumentativa de la actitud sobre la dimensión procedimental, al asignar mayor peso a las tarjetas de preguntas que a las de

		evidencia. Las preguntas fueron orientadas a confrontar concepciones erróneas frecuentes en química, lo que permitió evidenciar cambios en la postura de los estudiantes frente a la química. La aplicación del juego resultó factible en las condiciones de aula estándar, aunque se identificó que la mediación del docente es determinante para mantener el tiempo de la actividad y evitar que las discusiones sean ajenas al objetivo de aprendizaje.
Croquis	 Esta actividad se basó en un trabajo práctico de laboratorio teniendo como eje la recolección de pruebas criminales donde cada grupo tenía un caso simulado distinto y cada estudiante un rol. (químico forense de campo, toxicólogo forense, fotógrafo forense, investigador/perito, planimetrista)	Se pudo evidenciar que los estudiantes siguieron los protocolos de cadena de custodia ya que, el rigor en un procedimiento ofrece validez científica a un hallazgo. La actividad propuesta fomentó el aprendizaje cooperativo, la curiosidad y por ende, el surgimiento en cada grupo de líderes natos aun cuando cada estudiante tenía un rol específico en cada escena del crimen simulada.

Exposición del laboratorio.		Cada grupo se centró en la ejecución de una cadena de custodia aceptable, realizando una búsqueda minuciosa de indicios seguida de un levantamiento y embalaje que priorizó la manipulación mínima para evitar la degradación de la evidencia. Destacó especialmente el cumplimiento del sellado con el debido rotulado y el registro fotográfico, elementos que garantizan el cumplimiento del proceso. Sin embargo, el momento de mayor impacto académico fue el cotejo de huellas dactilares, en esta etapa el entusiasmo fue evidente cuando los alumnos expresaron que lograron identificar y establecer coincidencias entre la huella encontrada en las escenas del crimen y la huella conocida, transformando un procedimiento técnico en una experiencia de aprendizaje significativa donde la teoría y la práctica cobran sentido.
-----------------------------	--	--

Tabla 5. Registro de observaciones del Eje 2. *Elaboración propia*

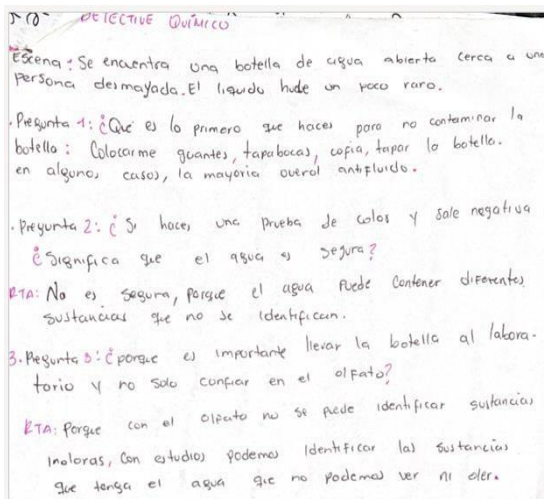
Durante, el desarrollo de la actividad y la socialización el caso de química funcionó como el eje del ABP, donde el problema (un caso simulado) dictó la necesidad del aprendizaje. Al enfrentarse a una situación que no podían resolver con sus conocimientos previos, los estudiantes asumieron un rol activo. La autonomía en internet no debe verse como una falta de conocimiento sino como la fase de investigación propio del ABP, donde el estudiante identifica sus propias debilidades conceptuales y busca cerrarlas para resolver un reto. La retroalimentación en la socialización demostró que el problema fue lo suficientemente significativo para que los estudiantes relacionaran lo comentaron la clase previamente. Esto nos muestra como evidencia que el ABP facilita un aprendizaje situado donde la química

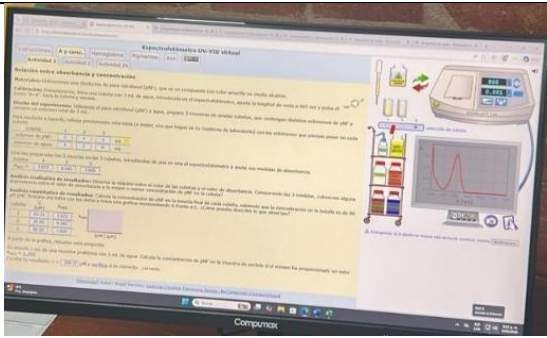
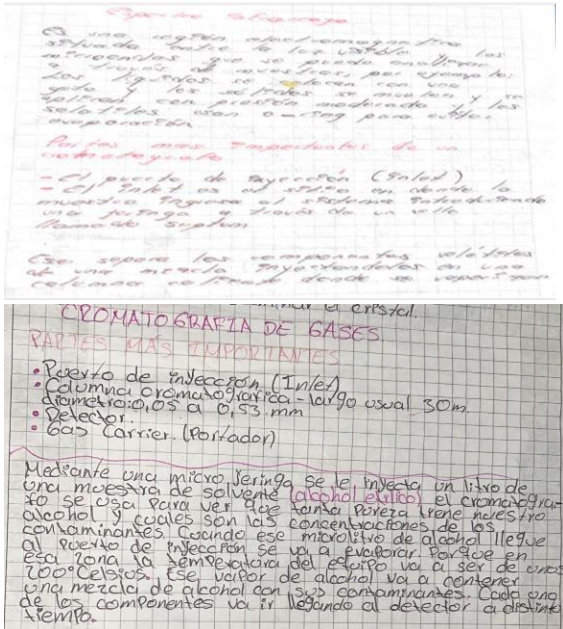
analítica deje de ser una teoría abstracta y se convierta en una herramienta necesaria para la resolución de un conflicto real o simulado.

Del mismo modo, Criminal Case es un juego con el diseño de los sospechosos, los lugares y las sustancias que actúan como una estrategia pedagógica basada en el aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1960) ya que como docente, no entrego la solución del crimen, sino que les doy la estructura necesaria para que el estudiante explore, formule hipótesis y las valide mediante la evidencia química. Esta narrativa fomenta la motivación intrínseca, pues la recompensa no es solo una nota, sino la satisfacción intelectual de resolver el enigma. Al final, los estudiantes no solo aprenden química analítica o forense aprenden a "aprender", convirtiendo la incertidumbre de la escena del crimen en un proceso de descubrimiento científico.

Por otro lado, para fundamentar el uso de escenas del crimen como estrategia didáctica, me apoyo en la Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb. (1984) Según Kolb, el conocimiento es el resultado de la transformación de la experiencia; en este sentido, la escena del crimen no es solo un escenario de simulación, sino el facilitador de una "Experiencia Concreta" que obliga al estudiante a involucrarse y participar activamente.

Eje 3: Caracterización de los cambios en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de química analítica en diferentes momentos del desarrollo del trabajo didáctico. **Anexo 10**

Actividad	Evidencia	Observaciones
Taller escrito del caso y recolección de respuesta de las preguntas planteadas	 Se trabajó en un caso simulado llamado "Detective Químico" en las que tenían que	Se observa una evolución en la forma en que los estudiantes perciben la química, donde esta actividad los obligo a pensar como analistas químicos y esto demuestra que tienen una comprensión inicial de los límites de detección y selectividad conceptos claves de la química analítica

	dar respuesta a unas preguntas teniendo en cuenta sus conocimientos.	
Taller virtual	 Trabajamos un laboratorio virtual (espectroscopia UV-Vis), en el cual se evalúa como cada estudiante de Ciclo IV interpreta la relación entre la intensidad de la evidencia (color) y su valor cuantitativo (concentración)	Evidenciamos interés y expectativa en la práctica especialmente por verificar al final de esta si los resultados cuantitativos (concentración micro molar) eran correctos. Sin embargo, aunque los estudiantes ya tenían la base teórica del UV-Vis y entendían el comportamiento de la luz y la materia, no sabían reconocer los materiales básicos de un laboratorio. Además, se desarrollaron con más confianza en el análisis cualitativo de los resultados que en cuantitativo, logrando establecer gracias a la relación visual entre la intensidad del color (p-nitrofenol) y la absorbancia.
Registro de comprensión a través de escrito y participación	 Esta explicación de GC e IR tanto de la teoría como del funcionamiento de cada equipo permitió que los estudiantes entiendan que el análisis químico forense	Los estudiantes a través de analogías pudieron entender que GC separa los componentes de una mezcla para que no interfieran entre sí y IR identifica qué es cada uno de esos componentes separados mediante sus grupos funcionales.

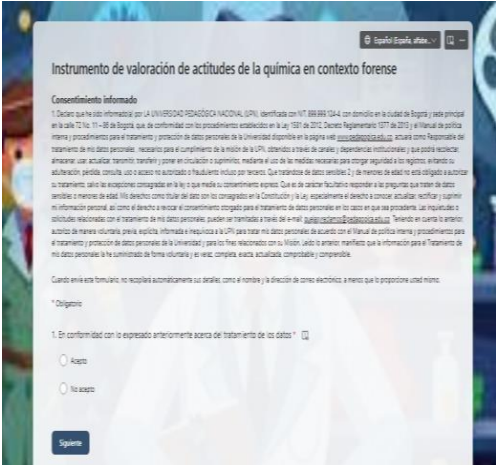
	no depende de la intuición, sino de la capacidad instrumental de descomponer la materia y leer sus señales físicas y químicas.	
Forms y entrevistas individuales	 Se implementó la escala de Likert como un instrumento clave para identificar la dimensión afectiva y cognitiva de los estudiantes frente al proceso de aprendizaje de la química. Y en la cual se añadió tres preguntas abiertas para reforzar las percepciones.	La escala Likert sugiere que la mediación del lenguaje químico a través de la criminalística impactó de manera diferenciada en los estudiantes. Mientras un sector se vinculó exitosamente con la resolución de casos, otro sector manifestó dificultades, posiblemente derivadas de su limitada familiaridad con la terminología científica básica. Por otra parte, el análisis del discurso mediante una entrevista individual recopiló percepciones positivas frente a la química.

Tabla 6. Registro de observaciones del Eje 3. Elaboración propia

El enfoque sociocultural propone que el aprendizaje ocurre en interacción con otras personas. En las actividades mencionadas anteriormente se implementó un trabajo colaborativo, discusiones en grupo y además de eso socialización de estas con el apoyo del docente.

6.1.2 Indagación Escala Tipo Likert

a continuación se muestran los resultados con su respectivo análisis utilizando un enfoque mixto que combino la estadística descriptiva y el análisis de frecuencia por ítem:

ESCALA LIKERT- PREGUNTAS																
Participantes	ítem 1	ítem 2	ítem 3	ítem 4	ítem 5	ítem 6	ítem 7	ítem 8	ítem 9	ítem 10	ítem 11	ítem 12	ítem 13	ítem 14	ítem 15	ítem 16
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	4	2	4	2	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	3	3	3	3	4	2	4	3	2	3	1	4	5	3
4	4	5	1	5	1	5	4	1	5	4	2	4	4	3	4	4
5	2	4	1	4	1	3	5	1	4	3	2	1	3	3	3	3
6	4	5	2	4	2	5	4	2	5	4	4	4	4	4	4	4
7	4	5	5	5	5	5	5	1	5	1	1	1	1	1	1	5
8	4	5	1	5	1	5	4	1	5	4	1	1	5	1	1	5
9	5	5	1	5	5	5	4	1	5	1	1	1	5	4	4	5
10	4	4	5	4	1	4	4	2	5	3	1	4	4	4	1	5
11	3	5	1	5	1	5	3	1	5	3	1	1	3	1	1	5
Totalmente de acuerdo	1	6	2	5	2	6	2	0	7	0	0	2	0	1	5	39
Totalmente en desacuerdo	0	0	5	0	5	0	0	6	0	2	5	5	2	3	4	37
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	1	2	2	2	3	2	1	1	5	1	2	3	3	2	35
De acuerdo	6	4	0	4	0	2	7	1	3	3	1	4	4	5	4	51
En desacuerdo	2	0	2	0	2	0	0	3	0	1	4	0	0	0	0	14
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	176

Nivel de acuerdo	Valoración
Totalmente de acuerdo	5
Totalmente en desacuerdo	1
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
En desacuerdo	2

Figura 4. Matriz de datos y frecuencias del instrumento de cierre escala tipo Likert de 16 ítems 2. Elaboración propia

6.1.2.1 Ítem No. 1.

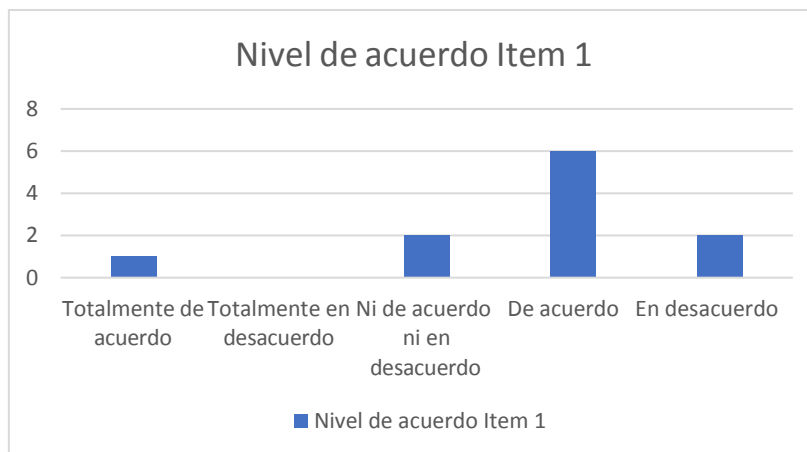


Figura 5. Distribución de frecuencias del ítem 1: "La química es ajena o no hace parte de mi vida cotidiana". Elaboración propia

Al preguntarle a los estudiantes después de las sesiones desarrolladas, si la química es ajena o no hace parte de su vida cotidiana. Las respuestas fueron La Moda se ubica claramente en la categoría "De acuerdo" con 6 estudiantes, sumado a 1 estudiante en "Totalmente de acuerdo". Esto indica que más del 60% del grupo reconoce ahora la presencia de la química en su cotidianidad. Existen 2 estudiantes en una posición neutra ("Ni de acuerdo, ni en desacuerdo") y 2 en "En desacuerdo". Esto refleja que, para un segmento del grupo, la abstracción de la química analítica sigue siendo un reto, lo cual es consistente con su falta de familiaridad previa con el área.

6.1.2.2 Ítem No. 2.

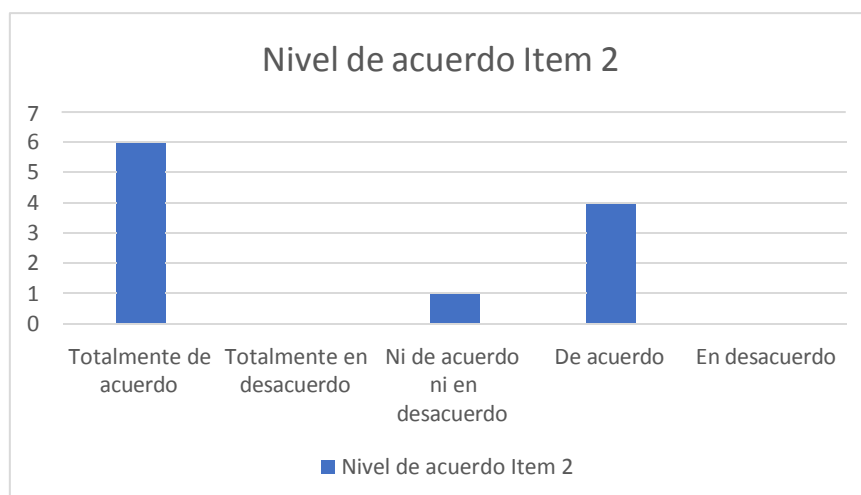


Figura 6. Distribución de frecuencias del ítem 2: “Algunas actividades de química pueden ser interesantes”. *Elaboración propia*

El análisis del Ítem 2 demuestra que la propuesta pedagógica logró romper la resistencia inicial del grupo hacia la ciencia. El hecho de que el 91% de los estudiantes califiquen las actividades como interesantes confirma que el contexto forense y la metodología ABP actúan como mediadores eficaces para despertar el interés científico en poblaciones con nula familiaridad en el área. Estos datos cualitativos contrastan positivamente con la baja consistencia estadística global, sugiriendo que, a nivel de actitud y percepción, la intervención fue altamente significativa para el grupo de la jornada nocturna.

6.1.2.3 Ítem No. 3.

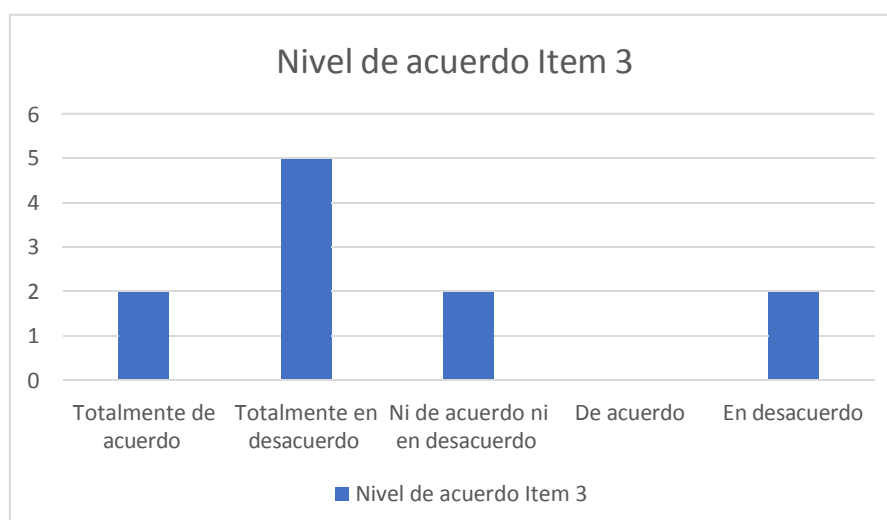


Figura 7. Distribución de frecuencias del ítem 3: “La forma en que se enseña la química no influye en mi interés por aprenderla”. *Elaboración propia*

El análisis del Ítem 3 resulta fundamental ya que el marcado desacuerdo de los estudiantes (63% entre desacuerdo y desacuerdo total) confirma que la metodología empleada fue el motor del cambio actitudinal. Al contradecir la premisa de que la enseñanza no influye, los participantes validan implícitamente que el diseño de entornos de aprendizaje basados en la resolución de casos criminales es una herramienta poderosa para generar interés. Este hallazgo respalda la idea de que, en poblaciones con actitudes previamente negativas o indiferentes hacia la química, la mediación pedagógica situada (ABP) es el factor clave para la apropiación del conocimiento.

6.1.2.4 ítem No. 4

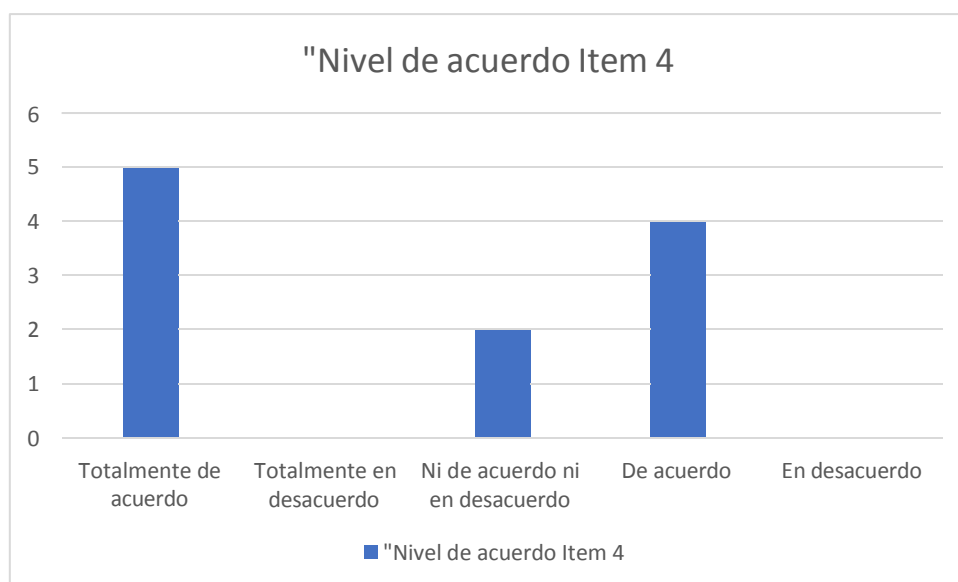


Figura 8. Distribución de frecuencias del ítem 4: “Me gusta tener laboratorios de química”. *Elaboración propia*

El análisis del Ítem 4 ratifica que el trabajo práctico de laboratorio fue el escenario donde se consolidó el interés de los estudiantes por la asignatura. Al contar con un 81% de aprobación, se infiere que la manipulación de evidencias y el uso de técnicas de química forense actuaron como un refuerzo positivo en la actitud del grupo. Estos datos son coherentes con lo observado en el Eje 2, donde los estudiantes ya señalaban la importancia del laboratorio para identificar sustancias inoloras o invisibles. Así el gusto por el laboratorio no es solo recreativo, sino que representa la valoración del rigor científico para la resolución de problemas reales.

6.1.2.5 Ítem No. 5.

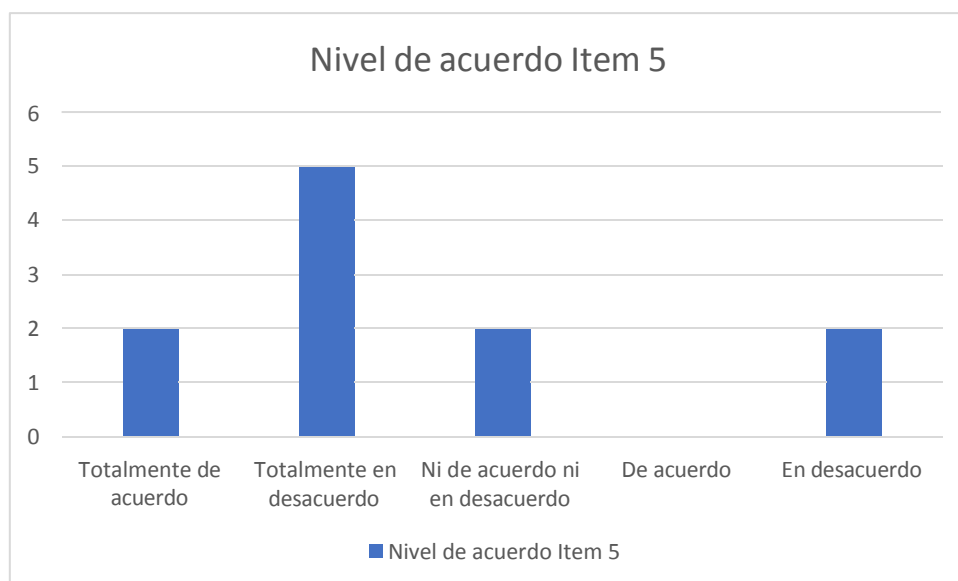


Figura 9. Distribución de frecuencias del ítem 5: “La química es una materia innecesaria”.

Elaboración propia

La figura muestra el nivel de acuerdo de los estudiantes de 601 frente al ítem “la química es una materia innecesaria”, después de la intervención didáctica con los casos simulados criminales. Se observa que 5 estudiantes están totalmente de acuerdo y 2 en desacuerdo para un total de 11 que consideran que la química si es necesaria. Solo 2 estudiantes mantienen que están totalmente de acuerdo con que es innecesaria y 2 no toma posición.

Estos datos muestran n avance frente al diagnóstico inicial, donde predominaba que la química no servía para mucho en la vida. El trabajo con las técnicas analíticas vistas permitió que los estudiantes vieran la aplicación directa de la química. Como dijo E9 en el grupo “yo pensaba que eso era solo para científicos, pero vea que hasta para pillar si el polvo era azúcar o droga se puede usar”. Este resultado respalda lo planteado por Fraser, (1981): cuando la actitud hacia la ciencia mejora, aumenta el reconocimiento de su valor.

6.1.2.6 Ítem No. 6.

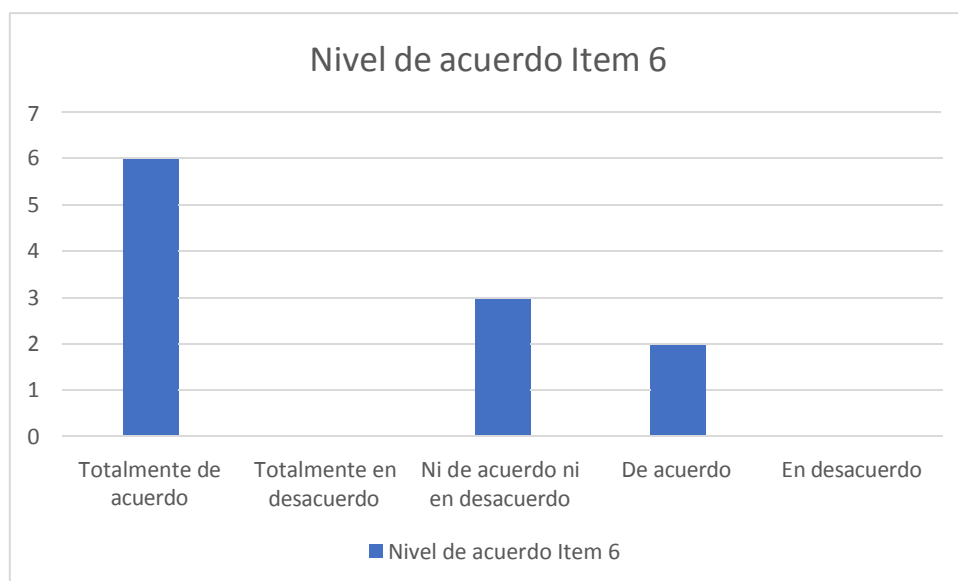


Figura 10. Distribución de frecuencias del ítem 6: “aprender química a través de casos forenses hace que el esfuerzo de estudiarla valga la pena”. *Elaboración propia*

La figura muestra el nivel de acuerdo general de los estudiantes de 601 frente al ítem 6, donde se observa una tendencia positiva clara: 6 estudiantes manifestaron estar “Totalmente de acuerdo” y 2 “De acuerdo” para un total de 8 de 11 que afirman que el esfuerzo de estudiar química valió la pena gracias a los casos forense. Solo 3 estudiantes se ubicaron en “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y ninguno eligió “En desacuerdo” ni “Totalmente en desacuerdo”. El hecho de que no haya respuestas negativas indica que los datos sugieren que la estrategia se asoció con sostener la motivación durante todo el proceso, algo crítico en jornada nocturna donde la deserción es alta.

6.1.2.1 Ítem No. 7.

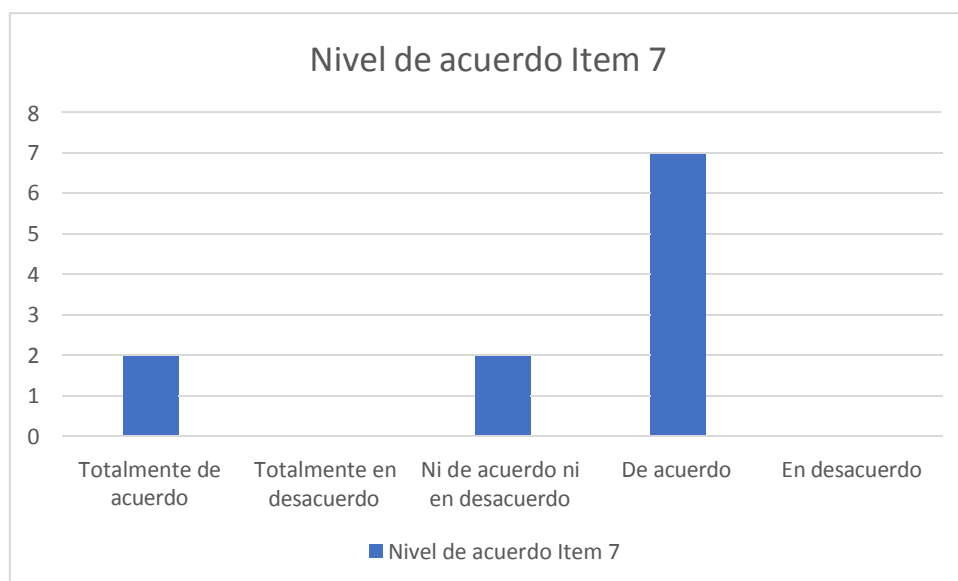


Figura 11. Distribución de frecuencias del ítem 7: *La química tiene aplicaciones importantes fuera del colegio*. *Elaboración propia*

Los resultados muestran que 2 estudiantes están “Totalmente de acuerdo” y 7 “De acuerdo” para un total de 9 de 11 que reconocen aplicaciones importantes de la química fuera del colegio. Solo 2 estudiantes se ubicaron en “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y ninguno manifestó estar “en desacuerdo” ni “Totalmente en desacuerdo”

6.1.2.8 Ítem No. 8.

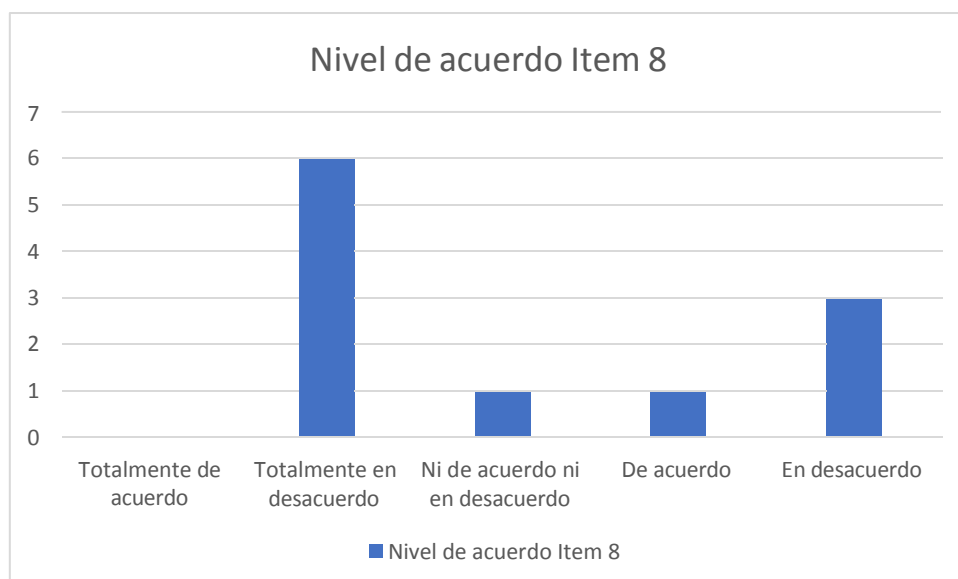


Figura 12. Distribución de frecuencias del ítem 8: “No veo ninguna utilidad en aprender química”. *Elaboración propia*

Al ser un ítem negativo estar “En desacuerdo” es el resultado esperado. Los datos muestran que 6 estudiantes están “Totalmente en desacuerdo” y 3 “En desacuerdo”, para un total de 9 de 11 que sí le ven una utilidad a aprender química. Solo 1 estudiante estuvo “De acuerdo” y 1 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, ninguno marco “Totalmente de acuerdo”.

Este resultado cierra el ciclo con los ítems 5,6 y 7. Si 9 de 11 rechazan la idea de que “no tiene utilidad” se confirma que la estrategia forense cumplió el objetivo de cambiar la percepción.

6.1.2.2 Ítem No. 9.

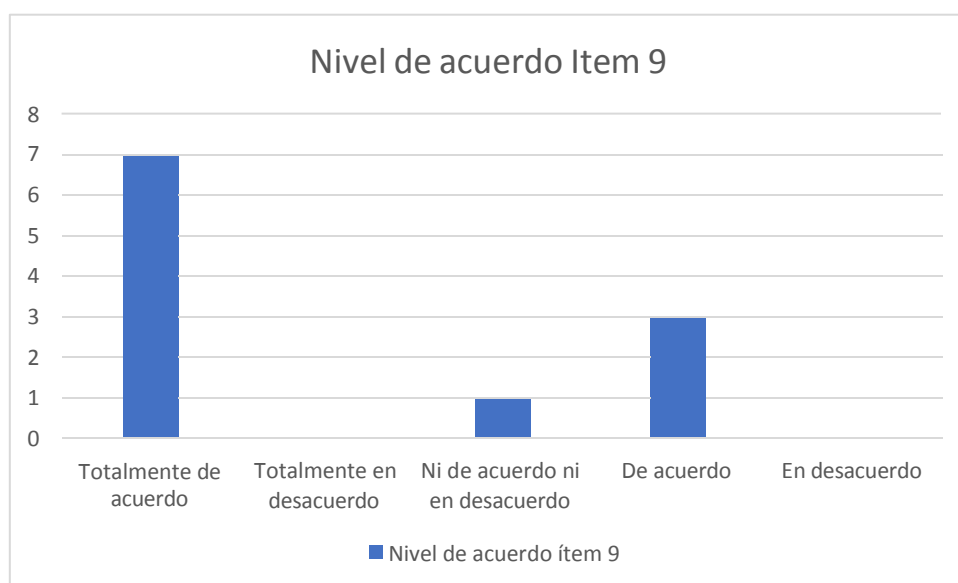


Figura 13. Distribución de frecuencias del ítem 9: “disfruto cuando la clase de química incluye investigación y análisis”. *Elaboración propia*

Los resultados son claros, 7 estudiantes marcaron “Totalmente de acuerdo” y 3 “De acuerdo” para un total de 10 de 11 que disfrutaban la clase cuando incluye investigación y análisis. Solo 1 estudiante se ubicó en “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y ninguno opto por marcar “En desacuerdo” ni “Totalmente en desacuerdo”, este ítem mide directamente el impacto de la estrategia, la cual no solo logro que los estudiantes reconocieran la utilidad de la química, sino que disfrutaran de todo lo que esta les puede brindar. El 90.9% afirmó que disfruta la clase cuando incluye análisis.

La ausencia total de desacuerdo confirma que el ABP no solo enseña química, sino que la vuelve disfrutable para los estudiantes y esto es muy relevante en la jornada nocturna, donde el cansancio compite con la motivación. Como señala Campanario (1999) el disfrute es un predictor de aprendizaje significativo en adultos. Aquí, investigar el caso fue el motor.

La frase de E7 resume este logro: “Yo pensaba que la química era solo aprenderse la tabla periódica, pero vea que hasta uno puede resolver casos divirtiéndose y jugando”.

6.1.2.10 Ítem No. 10.

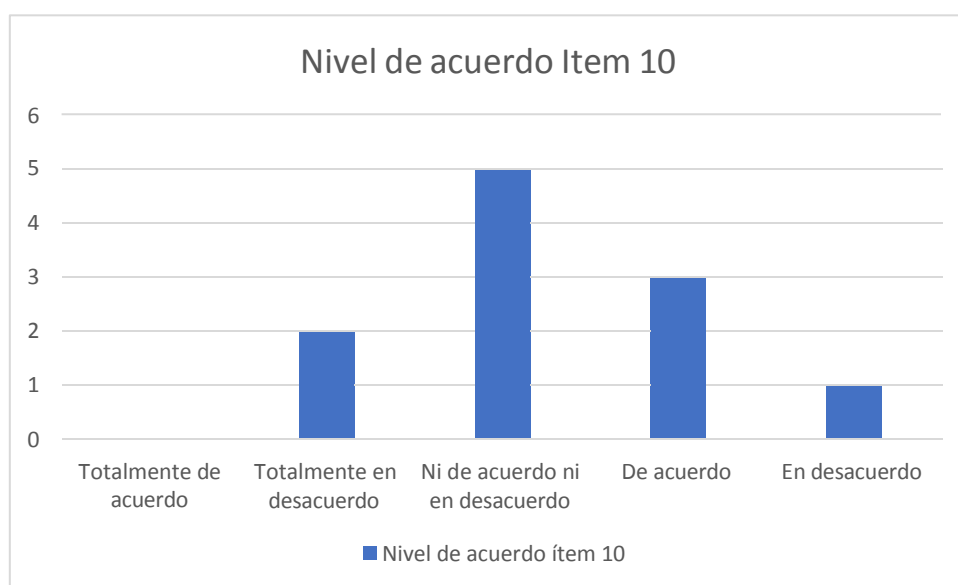


Figura 14. Distribución de frecuencias del ítem 10: *El mundo de la química hace ver más todo más difícil*. Elaboración propia

Al ser un ítem negativo los resultados esperados son “En desacuerdo”. Los datos muestran que 2 estudiantes están “Totalmente en desacuerdo”, 1 “En desacuerdo”, 5 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y 3 “De acuerdo”, ninguno marco “Totalmente de acuerdo”. Lo relevante aquí es que nadie eligió “Totalmente de acuerdo” y que la mayoría, 5 de 11 no tienen una posición definida. Solo 3 consideran que la química hace ver todo más difícil. Esto contrasta con el diagnóstico inicial, donde predominaban frases como “eso es para inteligentes y yo no entiendo nada de fórmulas”.

6.1.2.11 Ítem No. 11.

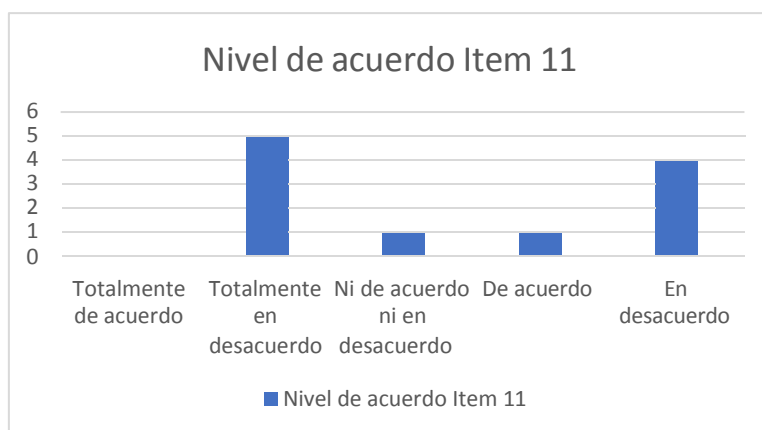


Figura 15. Distribución de frecuencias del ítem 11: “La química casi nunca tiene relación con situaciones reales”. *Elaboración propia*

Este ítem es negativo, el resultado esperado es en “Desacuerdo”. Los resultados son concluyentes, donde 5 estudiantes están “Totalmente en desacuerdo”, 1 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y 1 “De acuerdo”. Ningún estudiante eligió “Totalmente de acuerdo”.

Esto nos dice que 9 de 11 estudiantes afirman que la química sí tiene relación con situaciones reales. la estrategia logro invalidar la idea de la química es solo teoría de colegio.

6.1.2.12 Ítem No. 12.

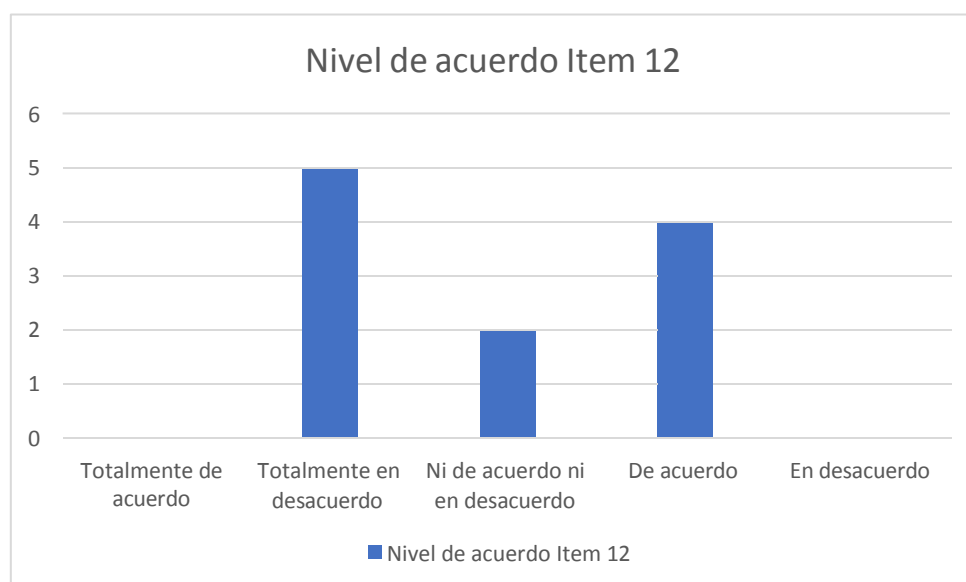


Figura 16. Distribución de frecuencias del ítem 12: “No me gusta participar en actividades de laboratorio.”. *Elaboración propia*

Por ser este ítem negativo, estar “En desacuerdo” indica gusto por el laboratorio. Los resultados nos muestran una división ya que 5 estudiantes están “Totalmente en desacuerdo”, 2 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y 4 “De acuerdo”. Ninguno marcó “Totalmente de acuerdo” ni “En desacuerdo”. Esto significa que 5 de 11 estudiantes rechazan la afirmación y sí les gusta el laboratorio, mientras 4 de 11 mantienen que no les gusta. Este ítem demuestra que la estrategia fue exitosa en lo conceptual y actitudinal, pero que el componente de laboratorio requiere ajuste para este tipo de población. En la entrevista individual, E3 manifestó “En los laboratorios que yo veía antes era solo hacer mezclitas raras, pero acá contigo es digamos que se enfoca más en resolver algo como un caso, entonces uno dice bueno que tengo que hacer o usar acá, como hago para que sirve y etc.”

6.1.2.13 Ítem No. 13.

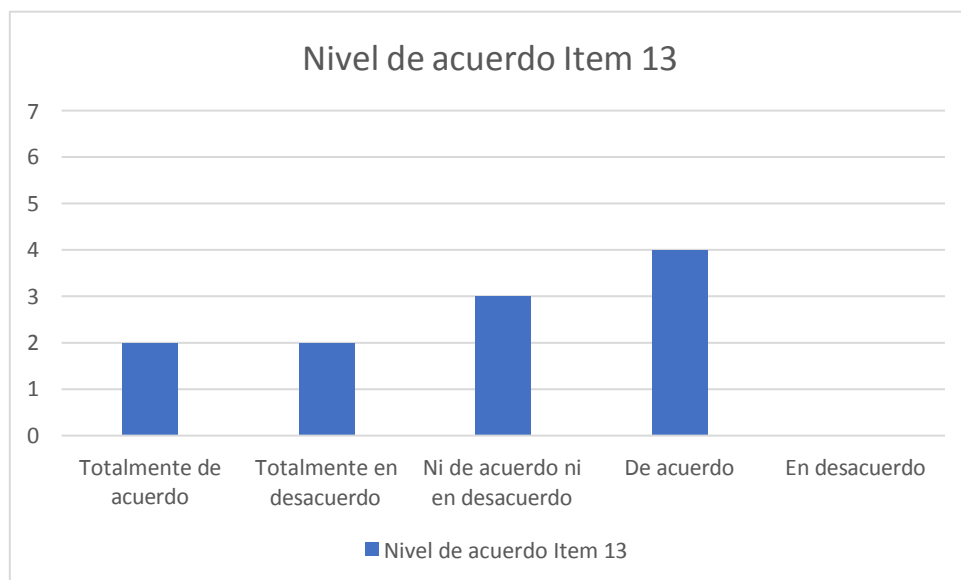


Figura 17. Distribución de frecuencias del ítem 13: “Me identifico con personas que estudian o trabajan en el área de la química.”. *Elaboración propia*

Los datos muestran dispersión, pero con tendencia positiva ya que 2 estudiantes están “Totalmente de acuerdo”, 4 “De acuerdo”, 3 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 2 “Totalmente en desacuerdo” y ninguno señaló “En desacuerdo”.

Esto responde a que 6 de 11 estudiantes, el 54.5%, se identifica con personas que trabajan o estudian química. Para población de validación de bachiller que tenía la idea de que “la ciencia no es para mí” este resultado es importante.

El cambio se puede explicar por la estrategia, Antes de los casos criminales. La química era cosa de científicos con bata pero después del laboratorio virtual UV-Vis y analizar espectros, los estudiantes se vieron a sí mismos en un laboratorio real siendo esos científicos. E8 dijo “Ahora me siento como los que veo de CSI”. Este hallazgo coincide con Bastidas y Méndez (2025), quienes reportaron que el uso de la plataforma virtual Biomodell favorece actitudes positivas hacia el aprendizaje de la química al permitir la simulación de estas prácticas.

La estrategia no solo cambió la percepción de utilidad y genero disfrute en los estudiantes, sino que inicio la construcción de identidad científica, que 6 de 11 se identifiquen con quienes trabajan en química, después de solo 6 sesiones, demuestra el poder del ABP forense, pasando de eso es difícil a yo puedo y me gusta.

6.1.2.14 Ítem No. 14.

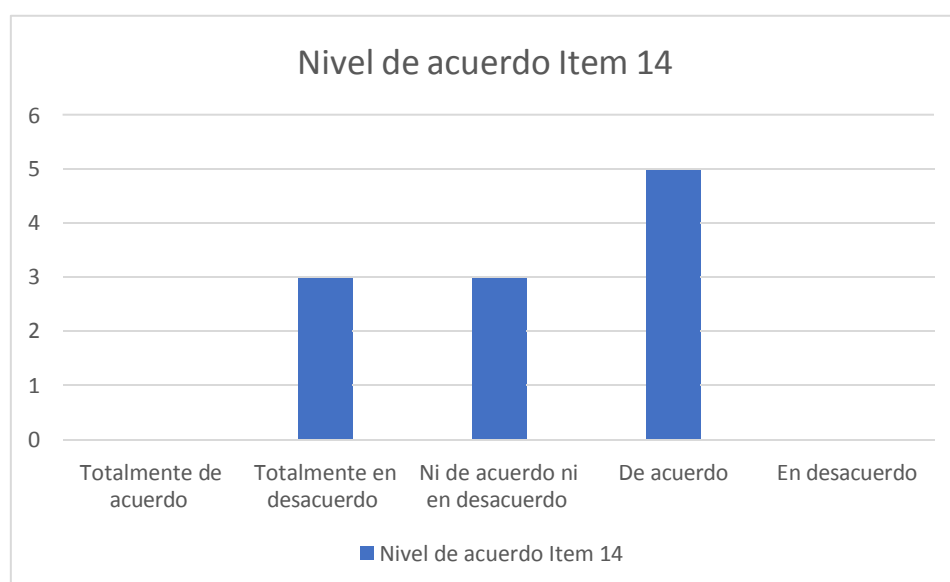


Figura 18. Distribución de frecuencias del ítem 14: “Mi interés por la química no depende de la metodología que use el profesor”. *Elaboración propia*

Este ítem muestra que la estrategia generó dos tipos de interés, uno dependiente de la metodología y otro que se volvió autónomo. Para 3 de 11 estudiantes, el caso forense fue decisivo para despertar un interés que no existía confirmando la efectividad del ABP. Para 4 de 11, la experiencia logro que el interés ya no dependiera del docente lo que sugiere construcción de motivación propia. Esto responde a la necesidad de metodologías activas en los colegios nocturnos donde el interés es bajo.

6.1.2.15 Ítem No. 15.

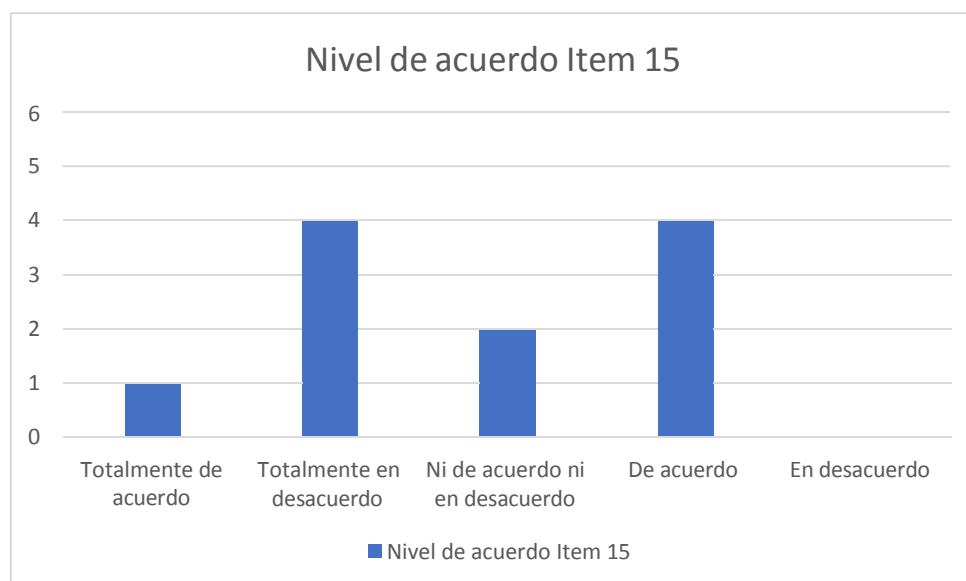


Figura 19. Distribución de frecuencias del ítem 15: “La química ni me atrae ni me desagradan especialmente”. *Elaboración propia*

Se observa en este ítem que la estrategia desarmo la apatía en 4 de 11 estudiantes, quienes ahora tienen postura frente a la química. Los 5 que se mantienen indiferentes muestran que el cambio actitudinal en población nocturna es gradual. El hecho de que el 90.9% disfrute investigar según el ítem 9 pero el 45,4% siga indiferente a la química en general confirma que el ABP fue efectivo como detonante, pero requiere que haya una continuidad para consolidar el cambio.

6.1.2.16 Ítem No. 16.

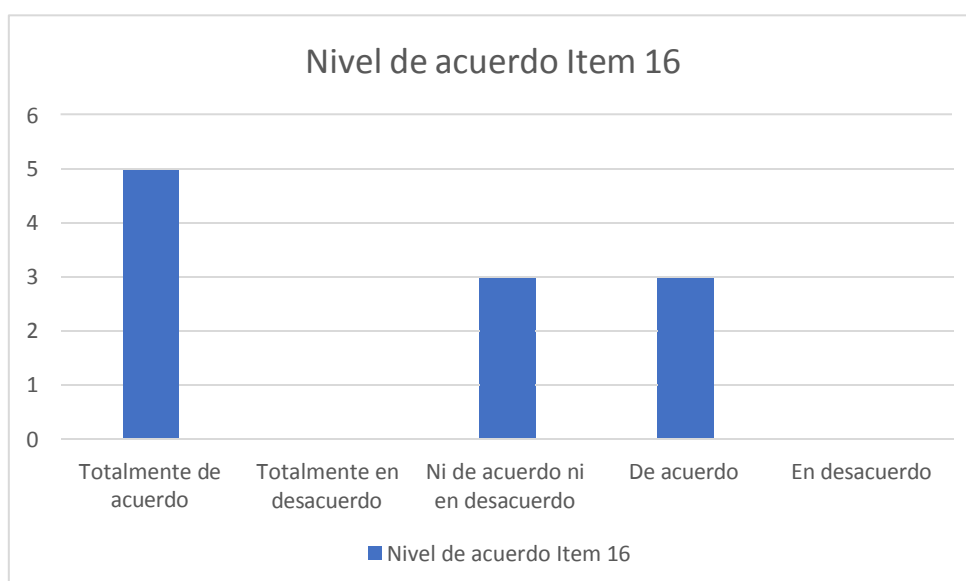


Figura 20. Distribución de frecuencias del ítem 16: “Me siento más motivado a participar en clase de química si se utilizan recursos como videos, actividades gamificadas y casos forenses”. Elaboración propia

Los resultados son contundentes según la gráfica 5 estudiantes están “Totalmente de acuerdo”, 3 “De acuerdo”, 3 “Ni de acuerdo ni en desacuerdo” y ningún estudiante eligió “Totalmente en desacuerdo” ni “En desacuerdo”. Esto nos da a entender que 8 de 11 estudiantes, el 72,7% afirman sentirse más motivados a participar cuando se usan casos forenses, videos y gamificación, ningún estudiante rechazo la afirmación. Los 3 estudiantes neutrales representan el 27.3%.

6.1.3 Preguntas De Respuesta Abierta

La segunda sección del instrumento de cierre incluyo tres ítems abiertos de respuesta corta, cuyo objetivo fue profundizar en las percepciones actitudinales de los estudiantes y triangular los datos cualitativos.

Fragmentos de los estudiantes de las preguntas abiertas

Preguntas	Fragmentos
Más allá de las notas o el colegio, ¿qué importancia crees que tiene la química en nuestra sociedad actual? Justifica tu respuesta.	Toca aprender mucho para que podamos entender mejor el mundo y saber eso para casos de cuando uno quiera trabajar en policía o criminalística y la importancia es saber sobre muchas cosas de este tema para entender el mundo mejor.
	Saber cómo están compuestas las cosas que nos rodean y los alimentos que consumimos.
	Justifica muchas inquietudes, cositas que de vez en cuando no logramos entender, la química puede que nos de esas respuestas.
	Pues que ya con la química se identifica muchas cosas en frutos o espacios.
	La química es importante para solucionar casos de asesinatos y demás cosas.
	Pues que la química es importante en nuestra vida cotidiana.
	Todo ...la química es muy importante ya que nos ayuda a resolver casos particulares en el mundo.
	La importancia es bastante porque gracias a la química han descubierto muchas enfermedades y muchos medicamentos y demás cosas en el mundo.

	Nos ayuda a aclarar diferentes temas, también nos ayuda a saber las causas de una muerte o los componentes, elementos y compuestos, mecanismos átomos etc.
Describe cómo te sientes cuando te enfrentas a un nuevo reto en la clase de química (como un experimento o un caso forense). ¿Qué aspectos de la química te generan mayor curiosidad o mayor rechazo?	Lo que me genera mayor curiosidad es aprender la química forense para yo saber más sobre las cosas que no se y también lo que yo rechazo también es la química porque no me interesa tanto eso aunque al menos me enseñan y eso me gusta que me enseñen nuevas cosas gracias a Dios.
	Me da desesperación porque a veces no entiendo muchas cosas por más atención que ponga.
	El tema de fórmulas, gráficas me generan muchísima curiosidad, y la profe suele poner actividades únicas para nuestro aprendizaje.
	Cuando es algo muy interesante y me empieza a interesar.
	Me siento diferente porque asimilé de que estoy al frente de un caso real.
	Me gusta lo de la clase forense porque así sabemos las causas de un suceso.
	Me genera un poco de alegría, y a saber sobre datos nuevos de ello.
	Me produce curiosidad aprender cada cosa que se necesita para resolver un caso en especial los que hemos visto.
	Es la única clase que me llama la atención y me gusta y es divertida y no me da sueño.
¿De qué manera el uso de casos criminales y actividades didácticas influye en tu disposición para aprender temas de química que antes te parecían difíciles? Explica por qué.	Me parecía difícil todo eso porque antes no sabía que era la química forense.
	Porque son casos que podrían haber pasado en la vida real y me da curiosidad como paso todo, que hacer y cómo actuar.
	Por que generan todo tipo de expectativas en la resolución de casos inminentes o que pensaba no saber.
	Porque cambiando la metodología puede que sea lo mismo pero con diferentes métodos se aprende.
	Se me hace más fácil aprender de la química con juegos videos y actividades.
	Porque es una ayuda para uno aprender más.
	Por medio de la química investigan los casos de un crimen
	Me párese un tema muy importante en el mundo y entenderlo sería super bueno ya que podemos ayudar en muchos casos .de química.
	Porque ya conozco más del tema y se cómo puedo responder más fácil las actividades.
	Es de una forma más divertida, hace que el cerebro le dé más curiosidad si las clases fueran en vez de tanto texto y hablar algo más didáctico.
	Me parecía difícil todo eso porque antes no sabía que era la química forense.

Tabla 7. Fragmentos de las preguntas abiertas. *Elaboración propia*

Podemos evidenciar tres categorías emergentes:

Percepción estudiantil sobre el uso de casos forenses en la enseñanza de la química

Categoría	Frecuencia	%	Qué significa
La contextualización reduce la dificultad percibida	5	45%	Los casos forenses le dieron sentido a temas que antes veían aburridos. La química dejó de ser “difícil” porque entendieron el “para qué” de cada uno.
Aumento de la curiosidad y motivación	4	36%	el realismo de cada uno de los casos planteados generó interés genuino. pasando de una clase por obligación a por curiosidad.
Preferencia por la metodología lúdica moderna vs la Tradicional	2	18%	Comparan explícitamente con clases de “tanto texto” y valoran las actividades propuestas.

Tabla 8. Categorías emergentes *Elaboración propia*

Análisis de los fragmentos según las categorías

Categoría	Fragmento	Análisis
Contextualización	E1. “Me parecía difícil todo eso porque antes no sabía que era la química forense.” E4. “Porque cambiando la metodología puede ser que sea lo mismo pero con diferentes métodos se aprende.” E9. “Porque ya conozco más del tema y se con puedo responder más fácil las actividades.”	El desconocimiento contexto generaba una barrera. Reconocen que el contenido curricular es igual, pero el método lo hace diferente y accesible. Adquirieron autonomía.
Curiosidad	E2. “porque son casos que podrían haber pasado en la vida real y me da curiosidad como paso todo, que hacer y cómo actuar.” E6. “ por medio de la química investigan los casos de un crimen.”	El realismo de las actividades de los casos aumenta la motivación.

	E10. “Es de una forma más divertida, hace que el cerebro le dé más curiosidad si las clases fueran en vez de tanto texto y hablar algo más didáctico.”	Reconocen la aplicación directa. Critica directa al modelo de enseñanza tradicional.
Rechazo a lo tradicional	E5. “Se me hace más fácil aprender de la química con juegos videos y actividades.” E10. “En vez de tanto texto y hablar algo más didáctico.”	La población nocturna rechaza clase magistral. Critica directa al modelo de enseñanza tradicional.

Tabla 9. Análisis de los fragmentos según las categorías emergentes *Elaboración propia*

La sesión si cambio la disposición, 9 de 11 habla de curiosidad, facilidad o diversión. Antes de la intervención posiblemente hubieran manifestado que la química era difícil. Por otro lado, 7 de 11 fragmentos mencionaron explícitamente casos, crimen, forense o vida real, esto quiere decir que la variable independiente funciono.

El 45% de estudiantes que afirmó que el caso redujo la dificultad percibida es coherente con el aumento del 23% en el ítem 7 de la esca tipo Likert la cual dice “La química es fácil de entender”, del mismo modo que el 36% que menciona mayor curiosidad explica el aumento en el ítem 5 “Me gustan las clases de química” que paso de un 27% a un 64% de acuerdo. La inexistencia de fragmentos negativos valida nuestra estrategia ABP el cual impacta positivamente la disposición de estos estudiantes de educación nocturna.

6.1.4 Análisis Del Discurso – Entrevista Individual

Con el fin de sustentar el análisis de las categorías emergentes presentada anteriormente, se realiza a continuación los fragmentos textuales más representativos extraídos de uno de los instrumentos de cierre la cual fue una entrevista semiestructura individual, donde se escogieron 6 estudiantes de toda la población. La selección de fragmentos se realizó priorizando aquellos que ilustran transformaciones en las dimensiones cognitivas, afectivas y conductuales de la actitud hacia la química. **Anexo 11**

Fragmentos textuales claves de la entrevista individual

Estudiante	Dimensión	Pregunta	Fragmento textual
E6	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Me parece que es súper importantísimo [...] no sabía más a fondo de él en realidad lo que estaba pasando"
E6	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"La gente me asustaba me decían eso es muy difícil muy costosos [...] fue una carrera frustrada"
E6	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Curiosidad mucha, porque entre más avanzo más curiosidad tengo en saber Cómo va a terminar"
E6	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Me genera bastante curiosidad y satisfacción porque ya logramos el objetivo"
E6	Conductual	Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a)	"Me encantaría un 100% sería muy interesante aprender más"

		estarías a participar en proyectos similares a futuro?	
E7	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Nervios"
E7	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Mas o menos"
E8	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Antes solo sabía de la tabla periódica y los elementos y nada más. Ahora sé que la química sirve para rastrear huellas, saber con qué envenenaron a alguien"
E8	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"En los casos criminales siento un poquito como de ansiedad, porque también es una cosa siempre difícil encontrar alguna pista"
E9	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Uno no tenía conocimiento de química, ahorita sí, ya uno tiene conocimiento"
E9	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la	

		química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Son de componentes de química como en las comidas, en las bebidas, en las verduras"
E9	Conductual	Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a) estarías a participar en proyectos similares a futuro?	"Sí me estaría dispuesta a aprender [...] siempre hay un cambio"
E10	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Antes yo veía a la química [...] átomos de la tabla periódica [...] ahora todo el Criminalística química resuelve casos [...] en la escena de crimen"
E10	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Genera interés"
E10	Conductual	Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a) estarías a participar en proyectos similares a futuro?	"Estaría interesado [...] pero te gustaría que sea práctico que veas teoría en el laboratorio"
E11	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales,	"Antes [...] solo veía conceptos fórmulas [...] nunca llegué con a sostener ese conocimiento de química forense"

		comparado con cómo la veías antes?	hasta que llegó la profe [...] y me cambió mucho la perspectiva"
E11	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Me preguntaba cómo harían para investigar [...] entonces yo investigue. Y me di cuenta de la afectación que generaba hígado"
E11	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Eso llegaba a aburrirme [...] no le encontraba el interés [...] pero ahora ya lo veo como interesante"
E11	Conductual	Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a) estarías a participar en proyectos similares a futuro?	"Con las prácticas los ensayos eh las explicaciones [...] empezó a interesar mucho más"
E12	Cognitiva	¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?	"Antes no sabía que existían tantos químicos dañinos o perjudiciales [...] el poder decidir esa fue la sustancia la cual intoxicó o causó la muerte"
E12	Afectiva	Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?	"Llegar a resolver ese enigma [...] género como mucha satisfacción o placer podría decirse"

E12	Conductual	Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a) estarías a participar en proyectos similares a futuro?	"Estaría un 90% dispuesto a meterme en más proyectos [...] si la vida me llegara a dar una oportunidad de estudiar[...] me encanto el tema"
-----	------------	--	---

Tabla 10. Fragmentos textuales claves de la entrevista individual *Elaboración propia*

6.3 Triangulación por categorías

La tabla anterior organiza los fragmentos textuales de las entrevistas según las dimensiones cognitiva, afectiva y conductual, evidenciando de forma directa la voz de los estudiantes. Al contrastar estos hallazgos cualitativos con los datos cuantitativos obtenidos en la escala Likert, la entrevista final. se realizó una triangulación metodológica que permitió articular los cambios generados por la intervención ABP en los tres dominios del aprendizaje. A continuación se presentan los hallazgos integrados:

Dominio Cognitivo:

En lo cognitivo, los estudiantes evidenciaron avances en la comprensión de conceptos de química analítica como absorbancia, separación de mezclas, cromatograma, espectros, concentración. los talleres con retroalimentación de los casos simulados mostraron que la mayoría de los estudiantes logró identificar correctamente los conceptos teóricos y a partir de los datos del laboratorio UV-Vis del caso forense. Este resultado coincide con Barrows (1996), quien plantea que el ABP favorece la adquisición y aplicación de conocimientos al partir de un problema como detonador.

Dominio Conductual

En lo conductual se observaron los cambios más marcados. En la observación de desempeño evidenció mayor participación activa, trabajo colaborativo y autonomía en la búsqueda de información. Los estudiantes pasaron de esperar instrucciones del docente a formular preguntas, plantear hipótesis y discutir en equipo la interpretación de datos, lo cual se alinea con lo descrito por Morales y Landa (2004) sobre el rol activo del estudiante en ABP. Se registró que hubo muchos cambios en la disciplina de trabajo, la puntualidad en la entrega de análisis.

Dominio Afectivo

En lo afectivo, las preguntas abiertas del diario de campo y la entrevista final revelaron incremento en la motivación e interés por la química. Los estudiantes expresaron que "la química dejó de ser fórmulas" y "ahora tiene sentido resolver un caso". Hubo mayor seguridad al exponer conclusiones y disminución del temor a equivocarse. Esto coincide con Viciano y Fernández-Laso (2023), quienes también reportaron aumento de motivación al usar casos forenses en ABP. La triangulación entre la escala, cuestionario y preguntas abiertas confirma que los cambios conductuales y afectivos fueron los más significativos en esta intervención.

7 CONCLUSIONES

Esta investigación se planteó como un estudio de caso de enfoque cualitativo con predominancia interpretativa, implementado en el grupo 601 de la jornada nocturna del CEDID Guillermo Cano Isaza. El objetivo fue comprender cómo una estrategia didáctica basada en casos de química forense, bajo el enfoque ABP, influye en la actitud de los estudiantes hacia la química analítica. A partir, del análisis de los datos recolectados mediante cuestionarios, entrevistas y registros de observación, se derivan las siguientes conclusiones:

7.1 Evolución De La Actitud Hacia La Química Analítica

Se observó un cambio positivo y significativo en la actitud de los alumnos hacia la química analítica tras la aplicación de la estrategia. El 63,6 % de los participantes percibía la química como algo ajeno a su vida cotidiana. Mientras que el 81,8 % reconoció aplicaciones de la química fuera del aula y el 90,9 % mostró interés por investigar las causas de un fenómeno, lo que sugiere que la contextualización de los contenidos favorece la construcción de sentido.

Este cambio no debe entenderse como una modificación inmediata de los conocimientos, sino como una transformación de la relación afectiva y valorativa con la disciplina. Los estudiantes pasaron de percibir la química como un conjunto de fórmulas abstractas a reconocerla como una herramienta útil para comprender y resolver problemas concretos.

En coherencia con los objetivos planteados, la intervención basada en ABP generó impactos en los tres dominios del aprendizaje. Cognitivamente, los estudiantes fortalecieron la comprensión de conceptos de química analítica al aplicarlos en la resolución de casos forenses simulados, validando lo expuesto por Barrows (1986, 1996) sobre el ABP como detonador de aprendizaje significativo. Conductualmente, se evidenció una transformación en la actitud de los estudiantes: pasaron de un rol pasivo a uno activo, autónomo y colaborativo, cumpliendo el rol descrito por Morales y Landa (2004) para el estudiante ABP. Afectivamente, se registró aumento de la motivación, interés y seguridad frente a la química, aspecto que se identificó como uno de los cambios más relevantes observados en el aula. La triangulación de datos entre instrumentos cuantitativos y cualitativos permitió confirmar que los dominios conductual y afectivo fueron los que presentaron mayores cambios durante la intervención.

7.2 Sobre La Eficacia De La Estrategia Didáctica Basada En Casos

El diseño del entorno de aprendizaje, estructurado en fases de presentación del caso, análisis de las pistas, trabajo con los datos y elaboración de hipótesis, resultó pertinente para la población de los cursos nocturnos. El 72,7 % de los estudiantes manifestó una mayor motivación al trabajar con vídeos, gamificación y casos forenses, lo que indica que la simulación del papel de investigador forense reduce la distancia entre el estudiante y el conocimiento científico, acorta la distancia entre el alumno y los conocimientos científicos.

La integración de conceptos de química analítica en narrativas criminalísticas ha permitido transformar el aula en un espacio de investigación. Esto ha facilitado la asimilación de conceptos técnicos, ya que los alumnos los han utilizado con un objetivo real que fue resolver un caso. La química dejó de ser un fin en sí misma para convertirse en un medio para responder a una pregunta con implicaciones sociales.

7.3 Sobre Los Cambios Cualitativos En La Actitud y Disposición De Los Alumnos

El análisis cualitativo permitió identificar tres momentos clave en la evolución de la actitud:

Superar el miedo al error: el 72,7 % de los alumnos dejó de percibir la química como una asignatura “difícil e inaccesible”. El interés por resolver el caso superó la ansiedad inicial relacionada con el error.

Valorización de la química como herramienta de justicia social: el 81,8 % reconoció la relación entre los procedimientos analíticos y los problemas reales, lo que favoreció una visión más crítica y socialmente arraigada de la ciencia.

Consolidación de un autoconcepto de sí mismo como estudiante competente: el 54,5 % se identificó con personas que trabajan en el ámbito de la química, lo que manifiesta un refuerzo de la identidad científica, especialmente relevante en los contextos de enseñanza nocturna, donde los estudiantes tienden a subestimar sus capacidades académicas..

7.4 Limitaciones y Persistencia De Los Obstáculos

A pesar de los avances logrados, persisten obstáculos propios del contexto nocturno. El 36,4 % de los estudiantes manifestó cierta ansiedad ante las prácticas, relacionada con el

cansancio laboral y la falta de experiencia previa. Esto indica que una sola intervención no basta para eliminar las condiciones estructurales que afectan al aprendizaje, pero que puede atenuar su impacto cuando ofrece una experiencia significativa y contextualizada.

7.5 Implicaciones Para La Enseñanza De Las Ciencias En La Formación Continua

La investigación demuestra que, en la enseñanza de la formación continua, la metodología didáctica es un factor determinante para la motivación y el aprendizaje. Al humanizar la química y dotarla de una finalidad investigadora, se restablece el derecho de estos estudiantes a una enseñanza científica relevante y transformadora.

Este trabajo no se concibe como un cierre, sino como el punto de partida de una línea de investigación que se continuará desarrollando en los estudios de postgrado. La intención es profundizar este estudio y poder analizarlo desde un ciclo escolar completo. De igual forma se espera la continuidad de la estrategia ya que de esta depende que se mantenga como una práctica reflexiva y adaptable y no como un estudio aislado.

Se concluye que el enfoque, el ABP como proceso de diseño constituye una vía viable para enseñar química analítica en contextos no tradicionales. Esta experiencia aporta elementos que permiten replantearse la enseñanza de las ciencias en la formación nocturna, centrada no solo en los contenidos, sino también en la construcción de una relación positiva entre el estudiante y la ciencia.

7.6 Recomendaciones y Proyecciones

se propone a futuro traer a los estudiantes al laboratorio para que hagan un recorrido por las instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional en el departamento de química y si hay la posibilidad interactúen directamente con los equipos de espectroscopía IR y UV-Vis. Esta experiencia permitiría que los estudiantes vean de forma más real la química analítica, complementando los casos simulados trabajados en el aula y fortaleciendo aún más los dominios cognitivo y conductual del aprendizaje.

Una proyección interesante sería conectar la química forense con delitos ambientales (contaminación de ríos o suelos) contextualizado en el río Tunjuelito. Diseñando casos forenses por bimestre enfocados en análisis de pH y metales pesados en muestras de agua y otro en residuos sólidos y contaminación orgánica. Cada caso con materiales asequibles, usando datos y noticias locales sobre el río con el fin de fortalecer el enfoque ABP al discutir problemas reales que afectan directamente los barrios y comunidades de los estudiantes de la nocturna.

Dado que esta escala de actitudes se validó con estudiantes de CLEI (Ciclos Lectivos Especiales Integrados) del CEDID Guillermo Cano Isaza (IED), se proyecta una fase de contraste de esta investigación en el Colegio Instituto Técnico Industrial Piloto (IED). Al evaluar otra institución de la zona que implementa la modalidad CLEI, se busca establecer un análisis comparativo que permita medir el impacto real del entorno de aprendizaje sobre las actitudes hacia la química, además, controlando variables como la socioeconómica, demográfica, compartidas por los estudiantes de la jornada nocturna de ambos centros educativos.

Este entorno de aprendizaje tiene el potencial de convertirse en un proyecto transversal. Se proyecta un trabajo conjunto e interdisciplinar con diversas áreas de las ciencias, esto incluye la articulación con la Biología en el estudio de procesos bioquímicos, la Física en fenómenos de termodinámica y Educación Ambiental a través del análisis de la química verde.

Para finalizar, a futuras investigaciones que pretenda analizar actitudes hacia la química empujando estrategias contextualizadas basadas en casos problema similares a la química forense. Ejemplos viables son química de los alimentos, estudiando reacciones químicas en procesos de conservación y aditivos de productos de la canasta familiar; química de los materiales, analizando cosméticos, plásticos o medicamentos de uso cotidiano; química verde, usando casos de análisis de contaminantes y manejos de residuos; astroquímica usando datos abiertos de la NASA para trabajar composición química de planetas y meteoritos. Estas estrategias comparten con la química forense escenarios cercanos al estudiante que integran conceptos químicos con situaciones sociales y ambientales, lo que favorece la actitud positiva hacia la asignatura.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Argandoña Gómez, F. A., Persico Jiménez, M. C., & Visic Matulic, A. M. (2018). Estudio de casos: Una metodología de enseñanza en la educación superior para la adquisición de competencias integradoras y emprendedoras. *Tec Empresarial, 12*(3), 7–16. <https://doi.org/10.18845/te.v12i3.3934>.
- Barrows H.S. (1986) A Taxonomy of problem- based learning methods, Medical Education, 20: 481-486.
- Barrows H. (1996) Problem-Based learning in medicine and beyond: A brief overview. In WILKERSON L., GIJSELAERS W.H. (eds) Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice, San Francisco; Jossey-Bass Publishers, pp. 3-12.
- Bastidas, A., & Méndez, M. (2025). Actitud hacia el aprendizaje de la química mediante el uso de la plataforma virtual Biomodel. Revista Eduweb, 19(4). <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2025.19.04.2>
- Bell, S. (2019). Forensic chemistry: Fundamentals and applications. CRC Press.
- Blanco Salazar, F. A., & Castañeda Fernández, L. N. (2020). Flexibilización del currículo: metodología en la enseñanza de la química y pensamiento científico para estudiantes de jornada nocturna de la Institución Educativa Distrital José Félix Restrepo, de la ciudad de Bogotá D. C., Colombia.
- Bruner, J. S. (1960). The process of education. Harvard University Press.
- Caamaño, A., & Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: Conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, (41), 68–81.
- Cárdenas, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação, 12*(3), 333–346.

- Carmo, S., Miranda, L., Silva, C., & Souza, H. (2025). Forensic toolbox: An active learning strategy to promote scientific education. *Education Sciences*, 12(2), 111.
<https://doi.org/10.3390/educsci12020111>
- Carmo, S., & Silva, A. (2020). A química forense como tema motivador no ensino de ciências [Forensic chemistry as a motivating topic in science education]. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 13(3), 234-251.
<https://doi.org/10.3895/rbect.v13n3.11234>
- Castillo, M., & Domínguez, J. A. (2018). Técnicas instrumentales de análisis químico. Editorial Síntesis.
- Chaparro Guarín, C., García Lizarazo, E. R., & Ochoa Caicedo, J. P. (2014). Medicina convencional vs. medicina alternativa: ¿Quién tiene la razón? Estrategia de alfabetización científica y tecnológica de jóvenes y adultos de educación nocturna para la prevención de enfermedades cancerígenas.
- Espectroscopía, T. (s. f.). Curso: Instrumentación y métodos de análisis químico. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado el 10 de mayo de 2025, de https://www.upct.es/~minaees/espectroscopia_infrarroja.pdf(https://www.upct.es/~minaees/espectroscopia_infrarroja.pdf)
- Fraser, B. J. (1981). Test of Science-Related Attitudes (TOSRA). Australian Council for Educational Research.
- Gallardo-Cerón, B. N., & Becerra-Rodríguez, D. F. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas: una alternativa para fortalecer la competencia de indagación en docentes de Ciencias Naturales. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 13(2), 191-214. <https://doi.org/10.15332/25005421.6155>
- Harris, D. C. (2010). *Quantitative Chemical Analysis* (8ª ed.). W.H. Freeman
- Herreid, C. F. (2007). *Start with a story: The case study method of teaching college science*. NSTA Press.
- Herreid, C. F. (2007). What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, 37(1),

- Jackson, A. R. W., & Jackson, J. M. (2011). *Forensic science* (3rd ed.). Pearson Education.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85.
<https://doi.org/10.1007/BF02300500>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Martínez-Chico, M., García-Vargas, A., & Jiménez-Liso, M. R. (2021). La resolución de casos como herramienta didáctica en la enseñanza de la química forense: Un enfoque desde la investigación escolar. *Revista de Educación en Ciencias*, 22(2), 45–62.
- Mendoza-Mendoza, R. A., & Llor-Colamarco, I. W. (2022). Estrategias didácticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales y desarrollo del pensamiento científico. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 2527-2540. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2527>
- Miller, J. N., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry* (7th ed.). Pearson Education
- Molina-C, M. F., & Palomeque-F., L. A. (2019). Actitudes y perspectivas de los estudiantes frente a un curso de química general: implicaciones y propuestas. *Revista Educación en Ingeniería*, 14(27), 54–58.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7849387>](<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7849387>).
- Mondragón Cortez, P. M. (2017). *Espectroscopia de infrarrojo para todos... y 51 espectros de alimentos consumidos en México*.
- Muñoz Cabra, D. A. (2022). *Diseño de un caso criminalístico para la promoción actitudinal en el marco de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en profesores de química en formación* [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18337>

García Ruiz, C. (2020). Introducción a la química forense. Bosch.

García, A., et al. (2025). Modelo magistral: Estrategia didáctica en educación superior. Revista Colombiana de Educación, 89, 45-62

Garzón, D. I., & Peraza, L. F. (2023). Favorecimiento y relación entre las actitudes hacia el aprendizaje de la química y la formación ciudadana desde la implementación de una cuestión sociocientífica. Universidad Pedagógica Nacional.
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/18435>

Guil Bozal, M. (2005). Escala mixta Likert-Thurstone. Anduli: Revista andaluza de ciencias sociales, (5), 81-96. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2151095>

Moncayo, W., Ebla, J., & Narvaez, J. G. (2014). Determinación de cocaína en muestras inorgánicas procedentes del distrito de Chimborazo por el método de espectroscopía infrarroja y cromatografía de gases [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH.
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1300>

Mora Penagos, W. M., & Parga Lozano, D. L. (2010). La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. Tecnè, Episteme y Didaxis: TED, (27). <https://doi.org/10.17227/ted.num27-996>

Muñoz-Osuna, F. O., Arvayo-Mata, K. L., Villegas-Osuna, C. A., Cota-Hugues, K., Ortega-del-Casillo, M., & Salazar-Fuentes, A. G. (2013). Actitudes que propician el aprendizaje de la química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. Educación Química, 24(2), 529–537. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(13\)72524-2](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(13)72524-2)
[2\]\(https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(13\)72524-2](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(13)72524-2)

Pomilio, A. B., & Vitale, A. A. (2006). Técnicas para determinación cuali/cuantitativa de drogas de abuso en fluidos biológicos. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, 40(3), 347–

382. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572006000300010(https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-29572006000300010)
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884>.
- Química forense: Qué es, qué estudia y qué hace. (2024, junio 15). Instituto Europeo de Química, Física y Biología. <https://ieqfb.com/que-es-quimica-forense/>(<https://ieqfb.com/que-es-quimica-forense/>)
- Rosli, R., & Ishak, N. A. (2024). Integration of virtual labs in science education: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 14(1), 81–103. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol14.1.8.2024>
- Saiz, J. M., & Bordel, M. J. (2017). La química forense como recurso didáctico: Un enfoque motivador en la enseñanza de la química analítica. *Educación Química*, 28(4), 234–240. [\[https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.02.002\]](https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.02.002)(<https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.02.002>)
- Sáiz, J., & Rupérez-Pascualena, J. (2018). A toolbox to quantify target compounds in forensic ink analysis for undergraduate students. *Journal of Chemical Education*, 95(10), 1832–1838. doi.org
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535–547. [\[https://doi.org/10.1002/sce.10134\]](https://doi.org/10.1002/sce.10134)(<https://doi.org/10.1002/sce.10134>)
- Sierra Molina, I. D. (2023). Implementación de estrategias didácticas para propiciar actitudes positivas hacia la Química. *Revista Electrónica EDUCyT, 14(Extra), 387–394.

<https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/314>(<https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/314>)

- Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J., & Bryce, D. L. (2014). Spectrometric identification of organic compounds (8th ed.). Wiley.
- Shukla, Y. (2024). Innovative teaching methods in chemistry education. *International Journal of Multidisciplinary Research in Arts, Science and Technology (IJMRAST)*, 2(2), 9–16.
- Siegel, J. A. (Ed.). (2016). Forensic chemistry: Fundamentals and applications. Wiley-Blackwell.
- Universidad de Costa Rica. (2017, 8 de agosto). Química: un pilar de las ciencias forenses. UCR Noticias. ucr.ac.cr
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). Principios de análisis instrumental (7ª ed.).
- Vygotsky, L. S. (1995). Pensamiento y lenguaje (M. M. Rotger, Trad.). Paidós. (Obra original publicada en 1934)
- Viciano, J. (2013). El Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza universitaria. En J. García & M. Á. González (Eds.), *Metodologías activas en la universidad* (pp. 45-62).
- Villalobos Delgado, V., Ávila Palet, J. E., & Olivares O., S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557–581.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000200557
- Vogliotti, A., & Pruzzo, V. (2010). La transposición didáctica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), 40(3-4), 113-138.
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134116845006.pdf>
- Zhou, N., Wu, Y., Su, T., Zhang, L., Yin, K., Zheng, D., Zheng, J., Huang, L., Wu, Q., & Cheng,

J. (2017). Course constructions: A case-base of forensic toxicology. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 50, 36–38.
<https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.06.006>(<https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.06.006>

9 ANEXOS

Anexo 1. Instrumento Criminal Case

CRIMINAL CASE

CONTIENE: TABLERO DE JUEGO - 6 CARTAS DE SOSPECHOSOS - 6 CARTAS DE SUSTANCIAS - 6 CARTAS DE LOCALIZACIONES - 6 CARTAS DE ALIMENTOS - SOBRE DE CASO CRIMINAL - 2 DADOS - 1 ARCHIVO DEL CASO - HOJAS DE NOTAS DE DETECTIVE - REGLAS DE JUEGO

REGLAS DEL JUEGO: CRIMINAL CASE

MEZCLA EL RESTO DE LAS CARTAS Y REPÁRTELAS ENTRE LOS JUGADORES. COLOCA LAS ESCENAS ENMARCADAS EN EL TABLERO COMO HABITACIONES. DISTRIBUYE LAS CARTAS DE PISTAS EN LAS HABITACIONES (PUEDEN ESTAR BOCA ABAJO O REVELADAS SEGÚN EL NIVEL DE DIFICULTAD).

REGLAS DEL JUEGO: CRIMINAL CASE

OBJETIVO: DESCUBRIR QUIÉN COMETIÓ EL CRIMEN INTERPRETANDO PISTAS, ANALIZANDO ESCENAS Y CONECTANDO EVIDENCIAS.

NÚMERO DE JUGADORES: SE PUEDE JUGAR EN EQUIPOS DE 2 A 4 JUGADORES O DE FORMA INDIVIDUAL.

PREPARACIÓN: SEPARA LAS CARTAS EN TRES GRUPOS SOSPECHOSOS, SUSTANCIAS, ALIMENTOS. ELIGE UNA CARTA AL AZAR DE CADA GRUPO Y COLÓCALA EN EL CORDE DEL CRIMEN (CINQUE NADIE LA USA).

REGLAS DEL JUEGO: CRIMINAL CASE

TURNOS: CADA JUGADOR, EN SU TURNO, PUEDE:

1. MOVERSE EN CADA CASILLA A UNA HABITACIÓN ADYACENTE.
2. HACER UNA ACUSACIÓN PARCIAL: "CREO QUE FUE EL TÉCNICO CON CIANURO EN LAS FRESAS."
3. EL JUGADOR A SU IZQUIERDA DEBE VERIFICAR SI TIENE ALGUNA DE ESAS CARTAS. SI TIENE UNA, DEBE MOSTRARLA EN SECRETO AL JUGADOR QUE HIZO LA ACUSACIÓN.
4. SI NO TIENE NINGUNA, EL TURNO PASA AL SIGUIENTE.

REGLAS DEL JUEGO: CRIMINAL CASE

MEZCLA EL RESTO DE LAS CARTAS Y REPÁRTELAS ENTRE LOS JUGADORES. COLOCA LAS ESCENAS ENMARCADAS EN EL TABLERO COMO HABITACIONES. DISTRIBUYE LAS CARTAS DE PISTAS EN LAS HABITACIONES (PUEDEN ESTAR BOCA ABAJO O REVELADAS SEGÚN EL NIVEL DE DIFICULTAD).

REGLAS DEL JUEGO: CRIMINAL CASE

DEDUCCIÓN: LOS JUGADORES DEBEN IR TACHANDO EN SU HOJA DE DEDUCCIÓN LAS CARTAS QUE HAN VISTO, DESCARTANDO POSIBILIDADES HASTA DESCUBRIR LA COMBINACIÓN CORRECTA.

ACUSACIÓN FINAL: CUANDO UN JUGADOR CREE TENER LA SOLUCIÓN COMPLETA, PUEDE HACER UNA ACUSACIÓN FINAL. SI ACIERTA, GANA EL JUEGO. SI FALLA, QUEDA FUERA DE LA PARTIDA PERO DEBE SEGUIR MOSTRANDO CARTAS SI SE LE INTERROGA.

TABLERO DE JUEGO

CONSTA DE UN TABLERO DE INVESTIGACIÓN DIVIDIDO EN SEIS (6) ZONAS DE INVESTIGACIÓN DEL CRIMEN:

LABORATORIO DE QUÍMICA, ESCENA DEL CRIMEN, HOSPITAL, PARQUE DE ATRACCIONES, BIBLIOTECA, ESTACIÓN DEL METRO

CARTAS

SUSTANCIAS TÓXICAS:

METANOL, ARSÉNICO, PLOMO, CIANURO, PESTICIDAS, FORMOL.

ALIMENTOS E EVIDENCIAS:

LECHE, JUGO FERMENTADO, CARNE DE RES, FRESAS, EMBUTIDOS, AGUA.

SOSPECHOSOS:

COCINERO DEL EVENTO, DISTRIBUIDOR DE BEBIDAS, ESTUDIANTE DE LABORATORIO, PROFESOR DE QUÍMICA, VENDEDOR AMBULANTE, ENFERMERA.

ARSÉNICO

As

Presente en agua contaminada, en algunos suplementos herbales (regalos, y antiguamente en pigmentos verdes (ropa, tintes)).

Neurotóxico y carcinógeno; causa vómitos, diarrea y alteraciones en piel y uñas.

METANOL

CH3OH

Se encuentra en alcohol adulterado, líquido para parabrisas, combustibles y solventes.

Tóxico porque se metaboliza a formaldehído y ácido fórmico → ceguera o muerte.

PLOMO

Pb

Utilizados en cultivos, jardines, fumigación y productos contra insectos.

Muchos inhiben la acetilcolinesterasa, causando salivación, convulsiones y paro respiratorio.

PESTICIDAS

CH3OPO3

Utilizados en pervenidos-muragern en serpientes (dardos de Leontes, plásticos, y otros productos como Previniendo la célula en lesocigeno causa riego y cuersos.

→ muerte rápida por spirox líquido

CIANURO

C#N

Presente en semillas de fruta amarga, pitahaya, almendras amargas, y en la cáscara de algunos frutos.

FORMOL

HCHO

Se encuentra en desinfectantes, conservantes, y en el fijador de tejidos.

CHEF

Chef

DISTRIBUIDOR DE BEBIDAS

PROFESOR

Profesor de química

ENFERMERA

VENDEADOR AMBULANTE

ESTUDIANTE DE LABORATORIO

AGUA EMBOTELLADA

Conveniente y segura: en México, muchas veces necesario hervir el agua.

CARNE

Principal fuente de proteínas: aporta hierro, zinc y vitaminas B tras cocinarse.

JUGO FERMENTADO



Contiene aminoácidos; alto en azúcar natural (fructosa/glucosa)

EMBUTIDOS



Adaptada a la edad y condiciones del individuo, cubre una gran cantidad de

LECHE



Se encuentra en productos lácteos, como leche, quesos y yogures. Su consumo excesivo puede causar diarrea, alergias y aumentar el riesgo de cáncer

FRESAS



Se consumen frescas, en mermeladas, batidos, helados y en productos horneados. Pueden causar reacciones alérgicas y urticaria en personas sensibles

PISTAS

Las pistas son el corazón de la investigación. A medida que avances en tu búsqueda, encontrarás de cada personaje.

PISTAS

VÍCTIMA: DR. JULIÁN FERRERO

UN RECONOCIDO INSPECTOR SANITARIO QUE LLEVABA SEMANAS INVESTIGANDO IRREGULARIDADES EN PRODUCTOS DEL MERCADO.

FUE ENCONTRADO SIN VIDA EN UN LUGAR AÚN NO DETERMINADO ENTRE LAS ZONAS INVESTIGADAS.

SE SOSPECHA QUE FUE ENVENENADO DELIBERADAMENTE.

PISTAS

El inspector murió por envenenamiento pero la sustancia exacta no se ha identificado. No se sabe en qué lugar fue envenenado.

PISTAS

Tenía conflictos con todos los sospechosos por inspecciones recientes. Llevaba consigo documentos que desaparecieron tras su muerte.

PISTAS

Profesor de Química — Dr. Alquímico

Conoce sustancias peligrosas. Tenía desacuerdos con el inspector por regulaciones estrictas impuestas al laboratorio donde trabaja.

PISTAS

Estudiante de Laboratorio — Lucía Pipeta

Fue vista nerviosa el día de la muerte. Era ayudante en una investigación paralela que el inspector había criticado duramente.

PISTAS

Distribuidor de bebidas — Marcos Botellín

El inspector había clausurado uno de sus suministros por etiquetado falso. Tenía motivo y acceso a alimentos y bebidas.

PISTAS

Enfermera — Sra. Curación

Atendió al inspector semanas antes por síntomas leves de intoxicación. ¿Casualidad o prueba de un intento previo?

PISTAS

Chef — Rafael Sazón

El inspector había calificado su cocina como "incumplimiento grave". El chef se lo tomó como una humillación pública.

PISTAS

Vendedor ambulante — "El Mono"

Nadie sabe de dónde obtiene sus productos. El inspector estaba investigando su mercancía sin permiso.

HOJA DE HIPÓTESIS

En esta hoja de hipótesis, los jugadores deberán plantear teorías basadas en los elementos disponibles, teniendo en cuenta los alimentos, sustancias y sospechosos que podrían estar involucrados en el misterio. Cada decisión tomada puede acercar o alejar a los jugadores de la solución final.

Sustancias	Alimentos	Sospechosos



Anexo 2. Juego Ajedrez

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Realizado por: Danna Telassim Lancheros Buitrago

Juego: Crimen en el tablero: El Caso del Peón Desaparecido

Concepto General:

Los jugadores son investigadores forenses que deben recolectar "evidencia" (tarjetas) en el tablero, analizarla (responder preguntas) y llevar al "sospechoso" ante la justicia (la casilla final).

Objetivo: Ser el primer equipo en recolectar 3 tarjetas de evidencia y llevar una "pieza-sospechoso" al final del tablero.

Contenido:

1. Tablero de Ajedrez: (Servirá como el mapa de la escena).
2. Fichas de Ajedrez (o cualquier ficha): Una pieza para cada equipo y una pieza extra (que será el "Peón Desaparecido").
3. Dado: Para mover las fichas.
4. Tarjetas de Evidencia: Pequeñas tarjetas con iconos de huellas, lupa, ADN, etc. (ver ejemplo abajo).
5. Tarjetas de Preguntas: Preguntas sencillas de sí/no o una palabra (ver ejemplo abajo).
6. 2 Marcadores (o lápices) y 2 hojas: Para que cada equipo anote sus puntos.

Preparación del Tablero:

1. Inicio: Casilla A1.
2. Fin: Casilla H8 (donde el "sospechoso" será juzgado).
3. Casillas Especiales (Marcadas algunas casillas al azar):
 - * Casilla de Evidencia (Marcadas con una "E"): Cuando caen aquí, toman una tarjeta de Evidencia.
 - * Casilla de Pregunta (Marcadas con una "?"): Cuando caen aquí, toman una tarjeta de Preguntas.

* Casilla "Sospechoso a la fuga" (Marca con una "S"): El peón desaparecido se mueve una casilla aleatoria.

Fichas:

* Cada equipo elige una ficha (ej. una torre y un alfil).

* El "Peón Desaparecido" (una ficha de peón) se coloca en el centro del tablero (casilla D4 o E4).

Cómo Jugar:

1. División: Se divide la clase en dos equipos.

2. Turnos: Los equipos tiran el dado por turnos para mover su ficha.

3. Movimiento: Pueden moverse en cualquier dirección (arriba, abajo, izquierda, derecha) como si fuera un rey, pero solo el número de casillas que indica el dado.

4. Acciones en Casillas:

* Casilla Normal: Nada especial, solo mueven.

* Casilla de Evidencia ("E"): El equipo toma una tarjeta de Evidencia. Necesitan 3 para "resolver el caso".

* Casilla de Pregunta ("?"): El equipo toma una tarjeta de Preguntas. Si responden correctamente, pueden mover una casilla extra (su propia ficha o el "Peón Desaparecido" hacia la meta H8). Si fallan, pierden un turno.

* Casilla "Sospechoso a la fuga" ("S"): El equipo que cae aquí debe tirar el dado. Si sale un número par, el "Peón Desaparecido" se mueve una casilla más lejos de la meta. Si sale impar, se mueve una casilla más cerca.

5. El "Peón Desaparecido": Cada vez que un equipo responde correctamente una pregunta, pueden elegir si mueven su propia ficha o si mueven al "Peón Desaparecido" (el sospechoso) una casilla hacia la meta (H8). Solo el equipo que recolecte 3 tarjetas de evidencia puede llevar al "Peón Desaparecido" a la meta final (H8).

Ganador:

El primer equipo en recolectar 3 tarjetas de Evidencia y llevar el "Peón Desaparecido" a la casilla H8 (el juicio) gana el juego.

Tarjetas:

Tarjetas de Evidencia (Solo son símbolos):

* Una lupa.

* Una huella dactilar.

* Una muestra de sangre.

* Una botella de veneno.

* Un cabello.

* Una jeringa.

Tarjetas de Preguntas (Sencillas, relacionadas con la trivia y la clase):

Justificar la respuesta

1. ¿La luz UV hace que todo lo que brille sea sangre? (Sí/No)
2. Si una mancha es roja, ¿ya sabemos que es sangre? (Sí/No)
3. ¿Qué parte del cuerpo busca venenos el químico?
4. ¿El polvo blanco encontrado en una escena es siempre droga? (Sí/No)
5. ¿Si usas guantes, puedes tocar todo en la escena? (Sí/No)
6. ¿La prueba de color (del video) es siempre 100% segura? (Sí/No)
7. ¿Qué usamos para saber si alguien disparó?
8. ¿Qué se rompe si no sellas la bolsa de la evidencia?
9. ¿El químico debe adivinar o confirmar sus hipótesis con pruebas?
10. ¿Para qué se usa un microscopio en forense?

Anexo 3. Consentimiento Informado

AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

Ciudad y fecha _____

☐☐

Yo _____, identificado con C.C. C.E. No. _____ expedida en _____, declaro que he sido informado por **LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT. 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* disponible en la página web www.pedagogica.edu.co, actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales¹, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles² y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad.

Mis derechos como titular del dato son los consagrados en la Constitución y la Ley, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mi información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas

¹ La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

² Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

con el tratamiento de mis datos personales, pueden ser tramitadas a través del e-mail:
quejasyreclamos@pedagogica.edu.co

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar mis datos personales de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de mis datos personales la he suministrado de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

FIRMA

Nombre: _____

Identificación: _____

AUTORIZACIÓN TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES DE MENORES DE EDAD

Ciudad y fecha _____

Yo _____, identificado con ☐ C.
C.E. No. _____ expedida en _____ ☐ ☐,
representante legal del menor _____, identificado
con T.I. NUIP No. _____ declaro que he sido informado por **LA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL** (en adelante la **UPN**), identificada con NIT.
899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 –
86 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de
2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el *Manual de política interna y procedimientos
para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad*, disponible en la
página web www.pedagogica.edu.co, actuará como Responsable del tratamiento de mis
datos personales³, necesarios para el cumplimiento de la misión de la **UPN**, obtenidos a
través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar,
actualizar, transmitir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las
medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida,
consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros.

Que tratándose de datos sensibles⁴ y de menores de edad no está obligado a autorizar su
tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento
expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos
sensibles o menores de edad.

Como representante legal del menor, debo velar por los derechos consagrados en la
Constitución y la Ley sobre sus datos, especialmente el derecho a conocer, actualizar,
rectificar y suprimir información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento
otorgado para el tratamiento de datos personales del menor, en los casos en que sea
procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento dichos datos,
pueden ser tramitadas a través del e-mail: quejasyreclamos@pedagogica.edu.co

La Universidad garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia,
acceso y circulación restringida de los datos y se reserva el derecho de modificar su Política

³ La UPN garantiza la confidencialidad, libertad, seguridad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida de mis datos y se reserva el derecho de modificar su Política de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

⁴ Son **datos sensibles** aquellos que afectan la intimidad del Titular o cuyo uso indebido puede generar su discriminación, tales como aquellos que revelen el origen racial o étnico, la orientación política, las convicciones religiosas o filosóficas, la pertenencia a sindicatos, organizaciones sociales, de derechos humanos o que promueva intereses de cualquier partido político o que garanticen los derechos y garantías de partidos políticos de oposición, así como los datos relativos a la salud, a la vida sexual, y los datos biométricos (Art. 5° Ley 1581 de 2012, art. 3° Decreto 1377 de 2013).

de Tratamiento de datos personales en cualquier momento. Cualquier cambio será informado y publicado oportunamente en la página web.

Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la **UPN** para tratar los datos personales del menor que represento, de acuerdo con el *Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad* y para los fines relacionados con su Misión.

Leído lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de los datos personales del menor de edad que represento, ha sido suministrada de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

FIRMA

Nombre: _____

Identificación: _____

Anexo 4. Instrumento Escala Thurstone

Instrumento para validación por juicio de expertos (Escala de Thurstone)

Trabajo de grado – Licenciatura en Química

Danna Telassim Lancheros Buitrago

Universidad Pedagógica Nacional

15 de febrero de 2026

El presente instrumento hace parte del trabajo de grado titulado:

“Diseño de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales para la enseñanza de la química forense: un estudio sobre actitudes hacia la química”.

Se solicita su colaboración como juez experto para valorar la intensidad actitudinal que representa cada afirmación en relación con la actitud hacia la química en un contexto educativo.

El instrumento tiene como finalidad medir las actitudes de estudiantes de educación media hacia el aprendizaje de la química en el contexto de una intervención didáctica basada en un caso de química forense. Además de construir una escala de actitudes hacia la química mediante el método de intervalos aparentemente iguales propuesto por Thurstone, con el fin de seleccionar afirmaciones que representen distintos niveles del continuo actitudinal (de muy desfavorable a muy favorable).

A continuación encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con la actitud hacia la química. Por favor, asigne a cada afirmación un valor entre 1 y 11 según el nivel de actitud que usted considere que representa:

1 = Actitud extremadamente desfavorable hacia la química

2–3 = Muy desfavorable

4–5 = Desfavorable

6 = Neutral

7–8 = Favorable

9–10 = Muy favorable

11 = Actitud extremadamente favorable hacia la química

No evalúe si está de acuerdo o en desacuerdo con la afirmación.

Evalúe el nivel de actitud que representa dentro del continuo actitudinal.

Ítems para evaluar:

1. La química no sirve para nada en mi vida cotidiana.
2. Me es indiferente si la química se enseña con casos criminales o con el método tradicional; mi interés por la materia no cambia.
3. La química es una materia innecesaria.
4. No veo ninguna utilidad en aprender química.
5. La química solo complica las cosas.
6. La química casi nunca tiene relación con situaciones reales.
7. Prefiero evitar actividades relacionadas con química.
8. La química suele parecerme aburrida y este enfoque con casos no cambia en absoluto mi opinión.
9. Prefiero este método de investigación de casos porque les da un sentido lógico a las reacciones químicas.
10. Entender la química a través de la forense hace que el esfuerzo de estudiar de noche valga mucho más la pena.
11. No me siento cómodo participando en un laboratorio de química.
12. Aprender química depende mucho de cómo la enseñen.
13. Algunas actividades de química pueden ser interesantes.
14. Las actividades prácticas hacen que la química sea más comprensible.
15. Me siento capaz de participar en experimentos de química.
16. La química puede ayudar a entender problemas de la sociedad.
17. Resolver un caso criminal usando química me parece interesante.
18. La química tiene aplicaciones importantes fuera del colegio.
19. La química es fundamental para comprender el mundo que nos rodea.
20. Me gustaría seguir aprendiendo más sobre química forense.
21. La química es una de las áreas más importantes para resolver problemas sociales.
22. Disfruto cuando la clase de química incluye investigación y análisis.

Ítem	Valor asignado 1-11
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	

Anexo 5. Instrumento Escala Tipo Likert

Instrumento de valoración de actitudes de la química en contexto forense

Consentimiento informado

1. Declaro que he sido informado(a) por LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL (UPN), identificada con NIT 899.999.124-4, con domicilio en la ciudad de Bogotá y sede principal en la calle 72 No. 11 – 88 de Bogotá, que, de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley 1581 de 2012, Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y el Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad disponible en la página web www.upn.edu.co, actuará como Responsable del tratamiento de mis datos personales, necesarios para el cumplimiento de la misión de la UPN, obtenidos a través de canales y dependencias institucionales y que podrá recolectar, almacenar, usar, actualizar, transferir, transferir y poner en circulación o suprimirlos, mediante el uso de las medidas necesarias para otorgar seguridad a los registros, evitando su adulteración, pérdida, consulta, uso o acceso no autorizado o fraudulento incluso por terceros. Que tratándose de datos sensibles 2 y de menores de edad no está obligado a autorizar su tratamiento, salvo las excepciones consagradas en la ley o que medie su consentimiento expreso. Que es de carácter facultativo responder a las preguntas que traten de datos sensibles o menores de edad. Mis derechos como titular del dato son los consagrados en la Constitución y la Ley, especialmente el derecho a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mi información personal, así como el derecho a revocar el consentimiento otorgado para el tratamiento de datos personales en los casos en que sea procedente. Las inquietudes o solicitudes relacionadas con el tratamiento de mis datos personales, pueden ser tramitadas a través del e-mail: apoyo@upn.edu.co. Teniendo en cuenta lo anterior, autorizo de manera voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a la UPN, para tratar mis datos personales de acuerdo con el Manual de política interna y procedimientos para el tratamiento y protección de datos personales de la Universidad y para los fines relacionados con su Misión. Lado lo anterior, manifiesto que la información para el Tratamiento de mis datos personales la he suministrado de forma voluntaria y es veraz, completa, exacta, actualizada, comprobable y comprensible.

Quando envíe este formulario, no recopilará automáticamente sus detalles, como el nombre y la dirección de correo electrónico, a menos que lo proporcione usted mismo.

* Obligatorio

1. En conformidad con lo expresado anteriormente acerca del tratamiento de los datos *

☐ Acepto

☐ No acepto

Siguiente

Instrumento de valoración de actitudes de la química en contexto forense

* Obligatorio

Caracterización

2. Curso *

Escriba su respuesta

3. Edad *

Escriba su respuesta

4. Antes de esta experiencia, ¿habías participado en actividades de laboratorio relacionadas con química forense o química analítica? *

☐ Sí

☐ No

☐ No estoy seguro/a

Atrás **Siguiente**

Instrumento de valoración de actitudes de la química en contexto forense

* Obligatorio

Escala Likert

El siguiente cuestionario tiene como propósito conocer tus actitudes frente al aprendizaje de la Química Analítica en el marco de actividades relacionadas con la Química Forense y el uso de estrategias de gamificación. Tus respuestas son muy importantes, ya que permiten evaluar y mejorar la propuesta didáctica implementada en el curso. Lee con atención cada afirmación y marca con una 'X' el número que mejor represente tu grado de acuerdo. Recuerda que no hay respuestas correctas o incorrectas; lo que se busca es tu opinión personal y sincera. Opciones de respuesta:

1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo

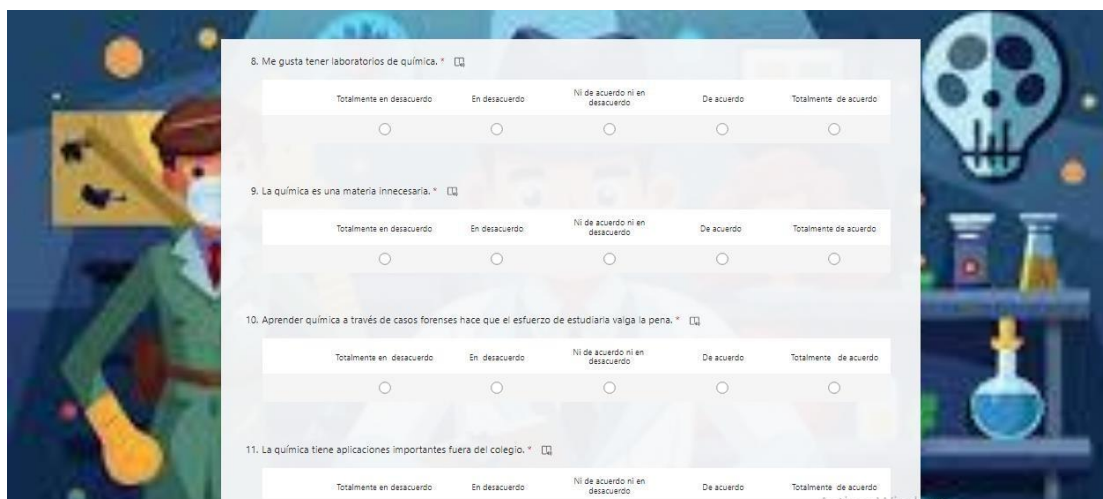
5. La química es ajena o no hace parte de mi vida cotidiana. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

6. Algunas actividades de química pueden ser interesantes. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

7. La forma en que se enseña la química no influye en mi interés por aprenderla. *



8. Me gusta tener laboratorios de química. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

9. La química es una materia innecesaria. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

10. Aprender química a través de casos forenses hace que el esfuerzo de estudiarla valga la pena. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

11. La química tiene aplicaciones importantes fuera del colegio. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

12. No veo ninguna utilidad en aprender química. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

13. Disfruto cuando la clase de química incluye investigación y análisis. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

14. El mundo de la química hace ver más todo más difícil. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

15. La química casi nunca tiene relación con situaciones reales. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

16. No me gusta participar en actividades de laboratorio. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

17. Me identifico con personas que estudian o trabajan en el área de la química. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

18. Mi interés por la química no depende de la metodología que use el profesor. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

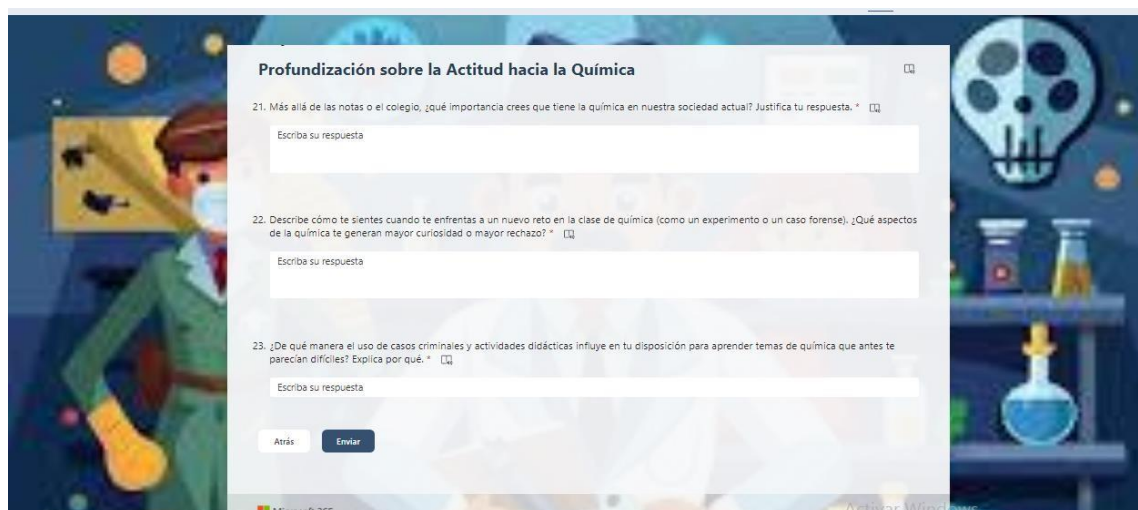
19. La química ni me atrae ni me desagrada especialmente. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

20. Me siento más motivado a participar en clase de química si se utilizan recursos como videos, actividades gamificadas y casos forenses. *

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
☐	☐	☐	☐	☐

Atrás **Siguiente**



Profundización sobre la Actitud hacia la Química

21. Más allá de las notas o el colegio, ¿qué importancia crees que tiene la química en nuestra sociedad actual? Justifica tu respuesta. *

Escriba su respuesta

22. Describe cómo te sientes cuando te enfrentas a un nuevo reto en la clase de química (como un experimento o un caso forense). ¿Qué aspectos de la química te generan mayor curiosidad o mayor rechazo? *

Escriba su respuesta

23. ¿De qué manera el uso de casos criminales y actividades didácticas influye en tu disposición para aprender temas de química que antes te parecían difíciles? Explica por qué. *

Escriba su respuesta

[Atrás](#) [Enviar](#)

Microsoft 365 Activar Windows

Anexo 6. Rúbrica de validación de actividades



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



GRUPO DE INVESTIGACIÓN REPRESENTACIONES Y CONCEPTOS
CIENTÍFICOS – IREC
EDUCACIÓN EN QUÍMICA VERDE, ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL – EDUQVERSA

Realizado por : Danna Telassim Lancheros Bultrago Director :Ricardo Andrés Franco Moreno

DISEÑO DE UN ENTORNO DE APRENDIZAJE BASADO EN LA RESOLUCIÓN DE CASOS CRIMINALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA FORENSE: UN ESTUDIO SOBRE ACTITUDES HACIA LA QUÍMICA

Rubrica de validación de sesiones pedagógicas

Respetada profesora experta:

Con el propósito de garantizar la calidad y pertinencia de la intervención realiza en el colegio nocturno CEDID Guillermo Icano Isaza, se diseño una rubrica de validación de las sesiones implementadas como hermanienta para valorar los cambios actitudinales hacia el aprendizaje y la química forense, por medio del diseño de un entorno de aprendizaje basado en casos criminales simulados.

La pregunta problema de esta investigación es :

¿Qué cambios en las actitudes hacia el aprendizaje de la química forense logran los estudiantes de la jornada nocturna del colegio CEDID Guillermo Cano Isaza con el diseño y desarrollo de un entorno de aprendizaje basado en la resolución de casos criminales?

Objetivos :

Objetivo General

Establecer los cambios de actitudes hacia el aprendizaje de conceptos de química analítica logrados por los estudiantes de la jornada nocturna del colegio CEDID Guillermo Cano Isaza en un entorno de aprendizaje centrado en casos de química forense.

Objetivos Específicos

Establecer los cambios en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química analítica, en los diferentes momentos del desarrollo del trabajo didáctico con el entorno de aprendizaje diseñado

Diseñar e implementar un entorno de aprendizaje de conceptos de química analítica centrado en casos de química forense

Caracterizar las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química analítica al inicio, durante y al finalizar el desarrollo del trabajo didáctico con el entorno de aprendizaje diseñado.

Matriz de Diseño de Actividades

Sesión / Tiempo	Objetivo	Actividad	Metodología	Recursos	Evaluación
Sesión 1 Introducción a la Química Forense y la Química Analítica (2 horas)	Reconocer la importancia de la Química Forense y la Química Analítica como disciplinas que permiten identificar y cuantificar sustancias mediante evidencia científica.	Pregunta detonante: ¿Cómo sabe la ciencia qué es una sustancia? (15 min)	Activación de saberes previos y lluvia de ideas	Imágenes proyectadas	Observación de participación
		“Caja Misteriosa” (identificación por observación) (20 min)	Aprendizaje basado en indagación	Frascos con azúcar, sal y bicarbonato	Coherencia en argumentación
		Demostración de concentraciones con colorantes (15 min)	Demostración experimental guiada	Vasos con diferentes concentraciones	Participación y justificación
		Dinámica “¿Evidencia o suposición?” (25 min)	Debate estructurado	Afirmaciones proyectadas	Argumentos orales Capacidad de distinguir evidencia científica
		Definición guiada de conceptos clave (15 min)	Clase dialogada	Tablero / diapositivas	Preguntas de comprobación
		Pregunta escrita sobre el rol de la química en la justicia (10 min)	Reflexión metacognitiva	Hoja individual	Profundidad conceptual

Sesión 2 (2 horas)	Introducir a los estudiantes en el contexto de la química forense	Conversatorio inicial: ¿Qué es la química forense? + análisis de un caso real sencillo (intoxicación por jugo fermentado con metanol) y análisis de evidencias	Clase dialogada y discusión guiada	Presentación en PowerPoint, ejemplos de noticias reales, pizarra, Documento con descripción del caso, guía de preguntas	Motivar y conectar con la vida cotidiana, Se inicia la construcción de hipótesis
Sesión 3 (2 horas)		Recordatorio sesión anterior: ¿Por qué observar no es suficiente? (10min)	Preguntas Problemáticas	Tablero	Respuestas orales Participación
		Presentación de técnicas instrumentales (visual e interactiva) (20min)	Clase dialogada con ejemplos cotidianos	Diapositivas / videos cortos	Preguntas de Comprensión Argumentación
		Grupos rotan por estaciones (una técnica por estación) (30min)	Aprendizaje cooperativo	Fichas didácticas impresas	Hoja de trabajo grupal Coherencia en las respuestas
		Mini-caso: "Bebida sospechosa en evento escolar" (25min)	Resolución de problema	Guía escrita	Propuesta técnica por grupo Justificación científica
		Discusión: ¿Puede la ciencia equivocarse? (15min)	Debate guiado	Cuaderno	Reflexión escrita Profundidad conceptual
Sesión 4-5 (2 horas)	Aplicar técnicas de resolución de problemas forenses en un entorno lúdico	Desarrollo del juego tipo Clue Forense: recolección de pistas, análisis de resultados simulados,	Aprendizaje basado en juegos, trabajo colaborativo	Tablero del juego, cartas de sustancias, evidencias, sospechosos y resultados de laboratorio	Fomentar trabajo en equipo y pensamiento crítico

		resolución del caso			
		Análisis e interpretación de resultados mediante técnicas instrumentales y formular conclusiones fundamentales a partir de evidencia analítica	Presentación de los espectros	Presentación con imágenes reales de los resultados	Interpretación de gráficos correctamente, formulación de conclusiones coherentes y argumentación con base en datos
Sesión 6 (3 horas)	Socializar conclusiones y reflexionar sobre la experiencia	Exposición de cada grupo sobre cómo resolvió el caso y qué técnicas fueron claves	Exposición breve por grupos + debate guiado	Pizarra, rotafolios, marcadores	Integrar teoría y práctica
	Evaluar cambios en actitudes hacia la química analítica	Aplicación de la Escala Mixta Likert–Thurstone	Instrumento cuantitativo individual	Cuestionario impreso o en línea	Comparar con resultados iniciales
	Recoger percepciones cualitativas de la experiencia	Mini-entrevista grupal: ¿Qué les gustó más? ¿Qué aprendieron? ¿Cómo cambió su visión de la química analítica?	Entrevista semiestructurada	Grabadora de voz o notas de campo	Complementar resultados cuantitativos

Para la validación del recurso de indagación se propone la siguiente equivalencia numérica: AT– Alto (4), Aceptable– AC (3), Bajo – BJ (2) y NC – No cumple (1).

N° sesión	AT	AC	BJ	NC	Observaciones y/o recomendaciones
1	X				La coherencia para la primera sesión es buena. Además, se reconoce que la estructura didáctica esta basada en una de las competencias evaluadas por el ICFES, la cual es Indagación, con actividades de saberes previos, experimentación y cierre, pero se debe fortalecer para futuros trabajos: - Precisión conceptual - Reordenar la secuencia, para reducir redundancias y que sea visualmente más atractiva. - Incluir criterios específicos de calificación.
2		X			La sesión 2 logra contextualizar la química forense mediante un caso real (metanol), lo cual es pertinente. Sin embargo, la metodología es más expositiva que indagativa, reduciendo el potencial activo del enfoque. Recomendaciones: - Falta mayor estructuración de la actividad (momentos claros: Inicio, desarrollo y cierre). - La construcción de hipótesis no está suficientemente guiada. - Se recomienda incluir una actividad práctica o de análisis más activa.
3	X				Para futuras aplicaciones, es necesario mejorar el rigor en la explicación de técnicas, además de ajustar la redacción en materiales para mayor precisión científica.
4		X			El juego en las ciencias es una herramienta que ayuda en la enseñanza y aprendizaje de esta área, representa una estrategia de aprendizaje basada en problemas como lo es Clue, lo cual favorece el pensamiento

5		X			Aunque la interpretación de resultados y análisis de espectros es fundamental, la sesión depende de la presentación visual y carece de suficiente mediación didáctica para garantizar la comprensión. Recomendaciones futuras: - Incluir guías o fichas paso a paso para la interpretación de espectros.
6	X				La sesión cumple con el cierre del proceso articulando socialización de resultados, la evaluación cuantitativa (uso de escala Likert-Thurstone) y una entrevista. Esto evidencia triangulación metodológica, lo cual es valorado. Recomendaciones: - Estandarizar preguntas de entrevista para mayor validez.

El entorno de aprendizaje presenta pertinencia pedagógica y didáctica, destacándose por el uso de estrategias de indagación, resolución de problemas y gamificación en el contexto de la química forense. Se evidencia coherencia entre objetivos, actividades y evaluación, así como un enfoque innovador que favorece cambios actitudinales hacia la química.

No obstante, se identifican oportunidades de mejora en:

- Rigor conceptual de algunos contenidos.
- Claridad en los criterios de evaluación.
- Nivel de estructuración en algunas sesiones.

En términos generales, la propuesta es válida, pertinente y aplicable, con un nivel alto de calidad.

Nombre experto (a) que revisó y validó: Idanis Perdomo Andrade

Formación académica: Idanis Perdomo

Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología.

Magister en Docencia de la Química.

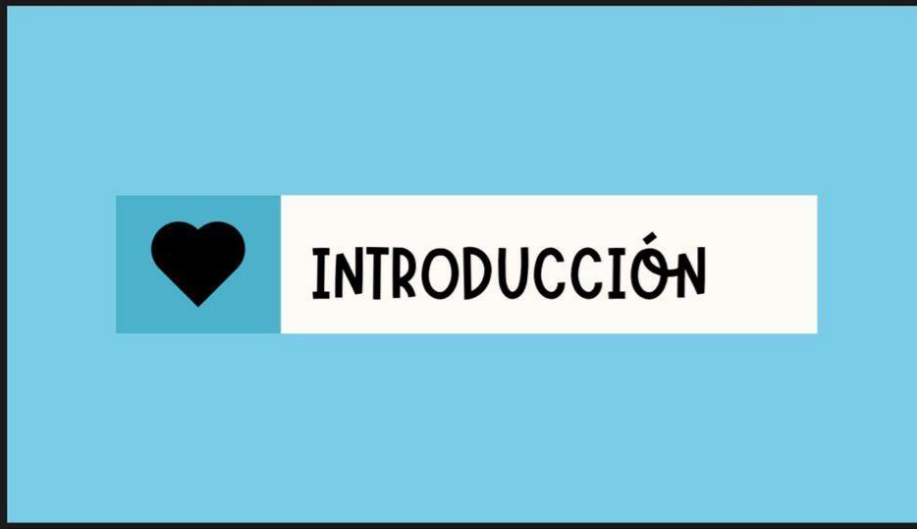
Anexo 7. Presentaciones de apoyo



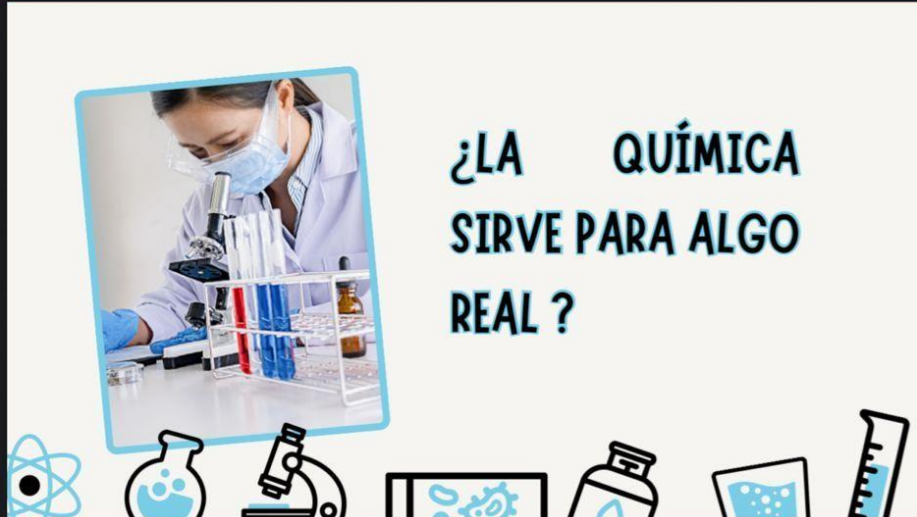
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA FORENSE Y ANALÍTICA

DANNA LANCHEROS
LICENCIATURA EN QUÍMICA



INTRODUCCIÓN



¿LA QUÍMICA
SIRVE PARA ALGO
REAL ?

¿CREEN QUE LA
QUÍMICA AYUDA A
RESOLVER CRIMENES?



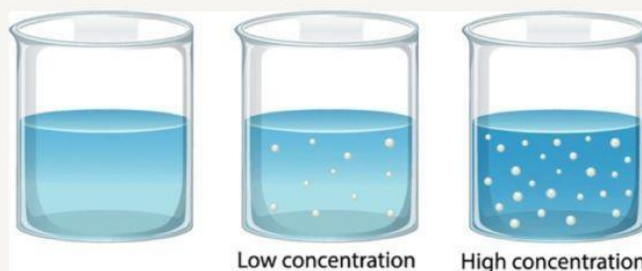
¿ES CIENCIA EXACTA
O INTERPRETACIÓN ?



¿ Qué diferencias ves en cada sustancia ?



¿ Qué diferencias ves en cada vaso de precipitado ?



¿puedes saber a simple vista la identificación de la sustancia ?



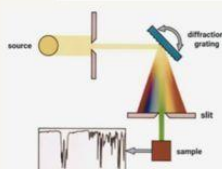
QUÍMICA ANALÍTICA



TÉCNICAS INSTRUMENTALES

ESPECTROSCOPIA INFRARROJA (IR)

Es como una huella dactilar si ves un pico en cierta zona del tráfico es como encontrar la huella del pulgar: sabes con total certeza que hay un grupo alcohol o un grupo carbonilo



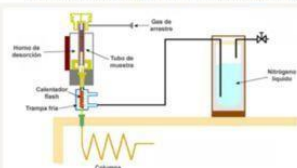
UV-VIS

Imagina que preparas un café. Si está muy oscuro sabes que está "cargado" (concentrado). El equipo UV-Vis hace exactamente eso pero con una precisión matemática increíble mire qué tan oscuro es el color para decirte exactamente cuánto azúcar colorante o vitamina tiene una bebida



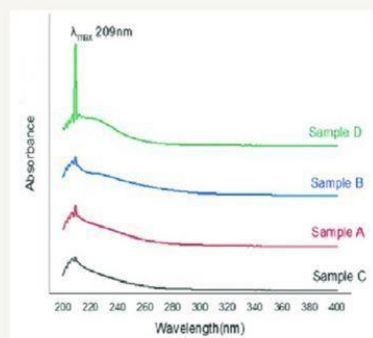
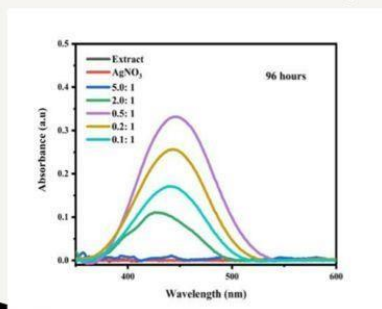
CROMATOGRAFÍA DE GASES (GC)

- Imagina una carrera de obstáculos en un pasillo estrecho la (columna cromatográfica)
- los corredores son los componentes de la muestra, el viento que los empuja es el gas (fase móvil)
 - si un corredor es amigo de las paredes del pasillo se detendrá a saludar y tardará más en salir, el corredor más ligero y que no se distrae sale primero.
 - al final del pasillo hay un cronómetro el orden en que salen nos dice quiénes son y el tamaño del grito que pegan al salir nos dicen cuántos hay



ESPECTROS UV - VIS

¿CUAL GREEN QUE TIENE MAS SUSTANCIA?



¿QUE DIFERENCIAS OBSERVAN ?

¿QUÉ ES LA QUÍMICA FORENSE ?



La química forense es la rama de la ciencia que aplica técnicas químicas analíticas para examinar evidencias físicas (sustancias orgánicas e inorgánicas, fluidos, drogas, residuos de disparos) encontradas en escenas de crímenes. Su objetivo principal es identificar, cuantificar y relacionar estos indicios con hechos delictivos, aportando pruebas científicas esenciales para la administración de justicia.



ANÁLISIS DE UN CASO CRIMINAL:

En un evento, varias personas consumieron un jugo fermentado artesanal.
Después presentaron síntomas de intoxicación.
Se sospecha que pudo haberse producido metanol durante la fermentación.

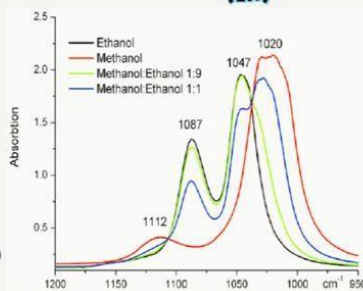
PREGUNTA: ¿COMO PODRIAMOS
USAR LA QUÍMICA PARA SABER SI
HAY UNA SUSTANCIA DIFERENTE EN
ESA BEBIDA?

UV- VIS

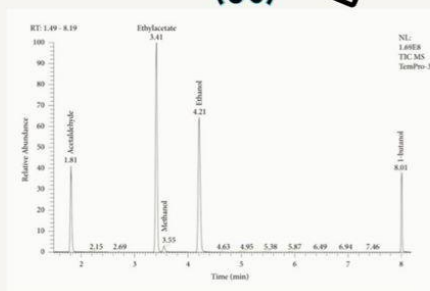


ANÁLISIS DE UN CASO CRIMINAL:

(IR)



(GC)





TRIVIA

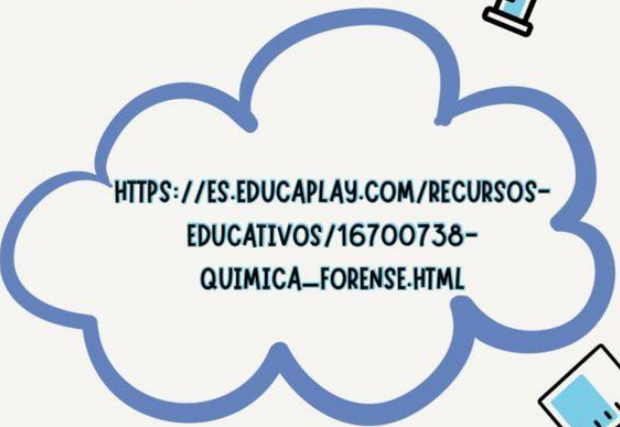


[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?
V=BGAIZBA3MHO&PP=YGULSNVLZ29ZIGRLIHF1AW1PY2EGZM99ZW5ZZSPWYXJHIG5PW7FVCW7.3D7.3D](https://www.youtube.com/watch?v=BGAIZBA3MHO&pp=YGULSNVLZ29ZIGRLIHF1AW1PY2EGZM99ZW5ZZSPWYXJHIG5PW7FVCW7.3D7.3D)





JUEGO DE PREGUNTAS



[HTTPS://ES.EDUCAPLAY.COM/RECURSOS-
EDUCATIVOS/16700738-
QUIMICA-FORENSE.HTML](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/16700738-QUIMICA-FORENSE.HTML)





¿ POR QUÉ OBSERVAR NO ES SUFICIENTE?

MITO VS REALIDAD



¿ Qué es esto?



TAREA DEL PERITO

Traducir lo que hay en la escena (polvos, líquidos, manchas) en pruebas que un juez pueda entender.





DE LO RÁPIDO A LO SEGURO



- Nivel 1: Pruebas de Color (Presuntivas). Son como los "test de campo". Si el polvo se pone azul, probablemente es droga. Es rápido pero puede fallar (falsos positivos).
- Nivel 2: El Análisis de Máquina (Confirmatorias). Aquí usamos aparatos que separan la mezcla.



EL DETECTIVE QUÍMICO



- Escena: Se encuentra una botella de agua abierta cerca de una persona desmayada. El líquido huele un poco raro.
- Pregunta 1: ¿Qué es lo primero que haces para no contaminar la botella?
- Pregunta 2: Si haces una prueba de color y sale negativa, ¿significa que el agua es segura?
- Pregunta 3: ¿Por qué es importante llevar la botella al laboratorio y no solo confiar en el olfato?



CADENA DE CUSTODIA: EL "ADN" DEL SOBRE



¿Quién es más importante: el que encuentra la pista o el que la analiza sin contaminarla?



Anexo 8. Registro Eje 1

Química forense es para esclarecer delitos sustancias
asesinatos

Química analítica Química que se encarga de analizar
Materias

espacio, agua, Hierro, material, carbon, oxígeno

Átomos electrones carga positiva y negativa orbitales
hidrógeno

La Química sirve para la medicina alimentos que comemos
el agua que bebemos lo que usamos Química forense
sirve para resolver crímenes

Es ciencia exacta con procedimientos legales es una
herramienta para la justicia obteniendo en laboratorio

La Química forense sigue evolucionando con técnicas
permitiendo análisis más precisos estudia el caso

de la muerte de una persona hace todos los análisis
para saber cuál fue la razón de su fallecimiento

investigar por qué anteriormente no existía investigación
forense nació en el siglo XIX enfocado en toxicología

... los componentes de la bebida por fases permitiendo

- ¿Qué es Química forense?
- Es la rama de estudio con la muerte de un ser vivo.
- ¿Qué es Química analítica?
- Son los métodos de cualquier componente de una masa.
- ¿Qué es una Sustancia?
- HP
- ¿La Química sirve para algo real?
- Estudiar los componentes, estructura y Transformación de la materia.
- ¿Creen que la Química ayuda a resolver crímenes?
- Si es importante para nosotros.
- ¿La Química es ciencia o Interpretación?
- Si y no, está lo que a veces es impredecible.
- Estudios, composiciones, Análisis, la química propiedades, relación con un caso que se estudia, Aplicación campo o laboratorio Análisis de muestra resultado problema descriptivo para hacer con el caso de la química humana social en la historia de la humanidad.

marzo 17 de 2020

Que es Quimica forense

rama de la ciencia que aplica técnicas químicas para identificar

- Que Quimica forense es la aplicación de la química para identificar y analizar las evidencias químicas que se encuentran en la escena del crimen.

Que es la Quimica forense para resolver la evidencia criminal y transformaciones de la materia sobre sustancias que intervienen en procesos de degradación, energía y materia.

- Creer que la Quimica forense es porque con la saliva, las uñas, un pedazo de pelo pueden saber quien es el cadáver.

- Que la Quimica forense es la ciencia que es una ciencia exacta, física y química, que es un estudio científico y racional sobre la evidencia.

Quimica forense

2020

La Química Forense es donde se pueden identificar todo tipo de compuestos o residuos que trae una bebida con químicos de envenenamiento o también identificar cadáveres que ya están descompuestos, identificar las huellas dactilares de una persona que hizo una arma blanca o una arma de fuego

La toxicología es una área de investigación de la química forense

La química forense solo se enfoca en la análisis de compuestos biológicos u orgánicos como sangre

La química forense investiga o analiza explosivos

Las ciencias forenses son todo lo relacionado a la justicia.

Que es química forense
puede ser de criminalística o de otras cosas también
la ciencia que se encarga de estudiar la vida

Que es la química analítica
química que se encarga de analizar la materia

Para que sirve la química
sirve para saber cada compuesto también para
ser investigaciones elementales casuales

Funciones reales para la ciencia
la química ayuda a resolver criminales

con la ciencia puede resolver químicamente
la muerte de una persona

La ciencia es exacta
para en algunas ocasiones ~~no~~ pero
si es exacta

Con Auestos:

• Tejidos

• Muestras

• La librería

• Criminalística

• Muestras

• Los compuestos

como podríamos usar la química para saber si
hay una sustancia diferente en esa bebida
análisis del caso

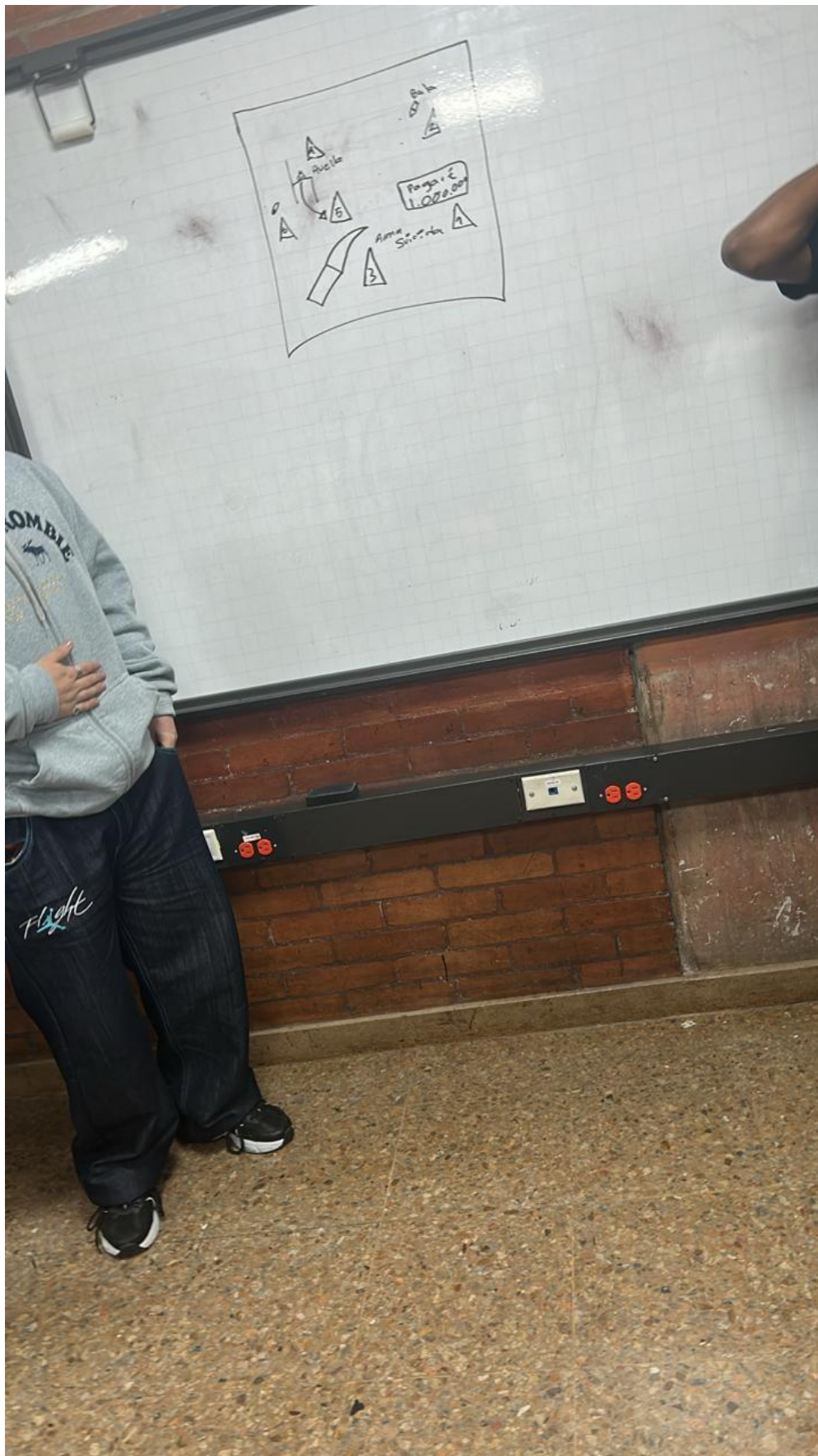
por de la bebida en ácido que tiene la
bebida hacer pruebas químicas para estudiar
la bebida

técnica de cosas como la cromatografía para

Anexo 9. Registro Eje 2

* Se lleva al laboratorio para analizar el jugo de
consumido fermentado artesanal y de la clase de
veneno que le echaron. En este caso se utiliza la
química analítica.





Grupo 3

CRÓQUIS

7. Cuchillo
con una sustancia



Lupa



Sillas



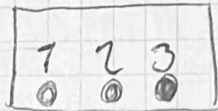
cepillo
con espejo, esbozo
hay una evidencia



Carta



Huellas del
sospechoso



Anexo 10. Registro Eje 3

Escena

- 1 se debe usar Guantes para coger la botella
- 2 si es probable que sirva para el consumo
- 3 por que en contrarión la botella destapada deben llevarla al laboratorio

EL DETECTIVE
QUIMICO

Escena: Se encuentra una botella de agua abierta cerca de una persona desmayada. El líquido huele un poco raro

Pregunta 1: Usar guantes, tapabocas, impedir que alguna persona toque la escena

Pregunta 2: No es segura por que el agua puede contener otras sustancias diferentes a los colorantes

Pregunta 3: En el laboratorio se harían mas pruebas, analisis, y así podemos saber concretamente que tipo de sustancia contiene la botella.

PREGUNTA

1. Encena si se encuentra una botella de agua abierta cerca de una persona desarro da el liquido huele un poco raro
- 1 R = usar guantes tiene protocolo de ~~movida~~ de Seguridad
2. Probablemente no por que con una sola prueba no se asegura que sea seguro algo
3. Por que el olfato no asegura lo que puede estar ligada el liquido que contiene la botella y ya en el laboratorio se le pueden hacer mas estudios

Escena: se encuentra una botella de agua abierta cerca de una persona neymarada el liquido huele un poco raro

R = primero que todo hay que tener los elementos adecuados como guantes para llevarlo lo tocando el elemento y tener otro espacio para ponerlo transcurtar

R = si obio por ~~que~~ que se supone que el agua no ocasiona que la persona se neymarada etc

R = por que de ay depende todo lo sucedido y las huellas que pueden sacar etc y las sustancias

El accesorio que utilizavemos es un UATR con cristal de diamante. Prendemos la computadora y ingresamos a software spectrum despues debemos asegurar que el cristal esta limpio para realizar la siguiente muestra

Que es UATR?

es un receptor que recibe transmision



Espectrofotómetro UV-VIS virtual

Instrucciones

Actividad 1 A y conc. Hemoglobina Pigmentos Aux

Relación entre absorbancia y concentración

Materiales: Utilizaremos una disolución de para-nitrofenol (pNF), que es un compuesto con color amarillo en medio alcalino.

Calibración: Primeramente, llena una cubeta con 3 mL de agua, introdúcela en el espectrofotómetro, ajusta la longitud de onda a 405 nm y pulsa el botón "A=0". Saca la cubeta y vacíala.

Diseño del experimento: Utilizando el para-nitrofenol (pNF) y agua, prepara 3 muestras en sendas cubetas, que contengan distintos volúmenes de pNF y siempre un volumen total de 3 mL.

Para ayudarte a hacerlo, rellena previamente esta tabla (o mejor, una que hagas en tu cuaderno de laboratorio) con los volúmenes que piensas poner en cada cubeta:

cubeta:	1	2	3
volumen de pNF:	2	1	3
volumen de agua:	1	2	0

Una vez preparadas las 3 mezclas en las 3 cubetas, introdúcelas de una en una al espectrofotómetro y anota sus medidas de absorbancia.

cubeta:	1	2	3
A_{405}	1.056	0.527	1.589

Análisis cualitativo de resultados: Observa la relación entre el color de las cubetas y el valor de absorbancia. Comparando las 3 medidas, ¿observas alguna dependencia entre el valor de absorbancia y la mayor o menor concentración de pNF en la cubeta?

Análisis cuantitativo de resultados: Calcula la concentración de pNF en la mezcla final de cada cubeta, sabiendo que la concentración en la botella es de 80 μM pNF. Prepara una tabla con los datos y traza una gráfica representando A frente a C. ¿Cómo puedes describir lo que observas?

cubeta	C (μM)	A_{405}
1	53.33	1.056
2	26.66	0.527
3	80	1.589

A partir de la gráfica, resuelve esta pregunta:

Se mezcla 1 mL de una muestra problema con 2 mL de agua. Calcula la concentración de pNF en la muestra de partida si el ensayo ha proporcionado un valor $A_{405} = \text{descubrir el valor}$ μM y verifica si es correcto.

Escribe tu resultado: $c =$ μM y verifica si es correcto.

(Biomedel) Autor: Angel Herráez. Licencia: Creative Commons Recon.-NoComercial-CompartirIgual

Preguntas?

R= Se observa mayor concentración de P-Nitrofenol, Mayor densidad de color y mayor absorbancia.

La ley de Beer-Lambert indica que la absorbancia es proporcional a la concentración.

1. La luz interactúa con la materia, a partir de una fuente de luz transmite a través de un objeto que es propiedad de un objeto translúcido.

Espectrofotometría UV-VIS

Se basa a partir de la transmisión de luz y la absorción de luz.

3. En los recipientes con más concentración se puede ver que absorbe más luz que el líquido que tiene menor concentración, y transmite más luz y hay es donde se utiliza la espectrofotometría UV-VIS, para determinar concentración.

Se basa en que a mayor concentración, mayor absorbancia (ley de Beer-Lambert).

USOS:

Se usan para determinar concentración de sustancias analizadas de agua, alimentos y medicamentos y estudiar proteínas y ADN.

La luz interacciona con la materia. Existen 2 tipos de luz:

- Luz reflejada
- Luz absorbida

La luz absorbida es aquella que es transmitida de luz y la absorción de luz y la luz reflejada es aquella que un objeto refleja.

Los objetos con mayor concentración absorben más luz y los de menor luz reflejan más y transmiten menos luz.

La propiedad que tienen los objetos son las que les permiten usar la capacidad de absorción. Dependiendo de la cantidad de luz transmitida va a estar relacionada directamente con la concentración. Esta ley es llamada también ley de Beer.

La luz llega al objeto y hay luz que queda encerrada, esa luz se llama absorbancia. Va a haber luz que va a pasar, esa luz se llama luz transmitida o transmitancia. Esta luz que llega, llega a un sensor y se convierte en una señal y así es como vemos un resultado de transmitancia o absorbancia.

Aplicaciones de espectrofotometría UV-VIS

Concentración de analitos: Esta se puede determinar con un estudio de reacción fotoespectrofotométrica.

Curva espectral: Se puede determinar en el intervalo de longitud de ondas que se desee, teniendo en cuenta que los espectrofotómetros trabajan desde los 190nm hasta los 2700nm. Una vez obtenida la curva espectral se van a encontrar picos y valles. Esos picos nos permiten trabajar para poder caracterizar a una muestra.

Reacciones enzimáticas: $\times$

Espectro
Fotometria

UV-VIS se basa en la transmision
de luz que va de mayor concentracion
a menor concentracion

Ley Lambert Bouguer Beer en donde
se encuentra dependiendo de
la cantidad de luz, va ha
estar correlacionada directamente
con su concentracion y dependen
do de celdas, se puede identificar
la cantidad de luz que transmite

La fuente de luz pasa a una celda
de Absorbancia y se transmite
a un sensor y aqui podemos
identificar la Transmitancia o
Absorbancia

Opiniones claves de la ^{Translúcido} Espectrofotometría ^{Espectro} ^{totometría}

Transmisión de luz
Absorción

- Principio de funcionamiento: Mide la cantidad de luz que una muestra absorbe o transmite, convirtiendo la señal luminica en eléctrica para determinar la concentración.

- Ley de Beer-Lambert ($A = \epsilon \cdot C \cdot l$): la absorbancia (A) es directamente proporcional a la concentración (C) de la muestra y al camino óptico (l) de la cubeta.

- Componentes esenciales: Usa lámparas de Deuterio (UV) y Tungsteno (visible), un monocromador para seleccionar la longitud de onda, y cubetas (cuarzo para UV, vidrio/plástico para visible).

- Preparación de muestras: generalmente analiza soluciones líquidas, requiriendo un "blanco" (solvente sin muestra) para calibrar el equipo.

- Aplicaciones: Determinación de concentraciones, pureza de biomoléculas, estudios cinéticos, y control de calidad en industrias alimentaria, farmacéutica y ambiental.

• La luz interacciona con la materia
la luz reflejada que es aquella
luz incidente que llega a un objeto
y se refleja también hay luz
absorbida

• Como en vasos que es de menor
concentración a mayor concentración
y si yo incluyo una luz en cual
de los tres vasos el la mayor cantidad
de luz en el primer vaso es
es la mayor cantidad de luz por
que los otros tienen poca cantidad
de luz y el primer vaso tiene
mayor concentración y si metemos
otro vaso sigue el vaso pequeño
con la cantidad de luz porque
el grande no

• Como Funciona un espectrófotómetro
toca tener una Fuente de luz
y tener una celda y llegara al
objeto y abra luz y se quedara
atrapada

Act

La espectrofotometría VBS se basa a partir de la transmisión de la luz y la absorción de luz.

No permite determinar concentraciones a través de una ley llamada ley lambert beer donde dependiendo de la cantidad de luz que sea transmitida va estar correlacionada directamente con su concentración u otra cosa.

Donde hay mayor cantidad para menos luz y donde hay menor cantidad para más luz.

Con esto podemos determinar la Curva espectral o la huella digital comúnmente dicho de alguna muestra Tú la puedes determinar el intervalo de longitud de onda que tú quieras.

Los espectrofotómetros VBS trabajan desde los 190 nm hasta los 11 nm.

Con una curva espectral vamos a tener picos y valles para caracterizar una muestra.

Se pueden usar en la industria de alimentos, industria química etc.

20

03

2021

Espectro IA

El día de hoy la profesora Chlo y yo les mostraremos los pasos para obtener un espectro infrarrojo

El accesorio que utilizamos es un vial con cristal de diamante debemos correr un fondo pero antes debemos asegurar que el cristal está limpio usamos alcohol o un solvente que disuelva la muestra y algodón una vez limpio el fondo podemos obtener el background identificamos la muestra al region sample ID luego colocamos la muestra sobre el cristal cuidadosamente siguiendo estas indicaciones

Comotografía de Gases

- Longitud usual 3cm
- diámetro: 0,05 a 0,33 mm
- Gas Carrier (portador)
- Puerto de inyección (Inlet)

El equipo debe estar encendido
en sender el computador
una vez en el software
Recuerden dejar su área de trabajo limpia y
muy importante,
1 si es un líquido basta una gota sobre
el cristal,
2 si es un sólido procura molerlo en un mortero
y colocar una pizca sobre el cristal, Así tendrá mejor
contacto.
3 Recuerda que los sólidos requieren
Presión del brazo no exceda 70-80 en la pantalla
IR hay que limpiar el cristal para no contaminar
todos los recipientes deben estar limpios
con sus respectivas tapas y en lugares
adecuados
LAS MUESTRAS CORROSIVAS COMO ACIDOS FUERTES
O BASES PUEDES DAÑAR EL PLATO

Anexo 11. Análisis del discurso- entrevista semiestructurada individual

FECHA	DIA 20	MES 03	AÑO 2026
--------------	---------------	---------------	-----------------

Objetivo:

Recopilar opiniones acerca de las percepciones y disposiciones actitudinales de los estudiantes frente a la química y el contexto forense.

Definición de la Muestra (Criterio de Observación Participante):

Se seleccionará la mitad del grupo mediante observación directa en las sesiones de clase. Los perfiles a buscar son:

Perfil Favorable: Estudiantes con alta participación y curiosidad por los casos.

Perfil Neutro: Estudiantes con participación mínima o indiferente.

Perfil Desfavorable: Estudiantes que manifiestan apatía o dificultad persistente.

Guion de Preguntas:

Pregunta 1 (Dimensión Cognitiva): ¿Qué utilidad real le encuentras a la química ahora que la estamos trabajando mediante casos criminales, comparado con cómo la veías antes?

Pregunta 2 (Dimensión Afectiva): Cuando resolvemos un caso en clase, ¿Qué sentimientos o sensaciones te genera el tener que usar la química para encontrar la solución?

Pregunta 3 (Dimensión Conductual): Si tuvieras la oportunidad de seguir aprendiendo química de esta forma, ¿qué tan dispuesto(a) estarías a participar en proyectos similares a futuro?

Matriz de Análisis para Grabaciones

Categoría	Indicador Discursivo (Pistas en el habla)
Intensidad Actitudinal	El estudiante usa tonos de voz como: entusiasmo vs. desinterés y énfasis en ciertas palabras.
Sentido de Utilidad	El estudiante usa palabras como: importante, necesario, para la vida, problemas reales.
Carga Emocional	El estudiante usa adjetivos como: emocionante, difícil, aburrido, chévere, curioso.
Identidad/Agencia	El estudiante habla en primera persona: "yo pude resolver", "me gustaría saber más", "yo antes no creía".
Efecto del Contexto	Menciones específicas a los casos criminales, huellas, sustancias, investigación.
Claridad y Coherencia	Argumentos fluidos sobre por qué le gusta o disgusta la química.

