

**DEL CIGARRILLO A LA CONCIENCIA: ESTRATEGIA DIDÁCTICA
GAMIFICADA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y LA APROPIACIÓN DE
SABERES EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES**

CANTOR RODRÍGUEZ BRAYAN YESID

ORTIZ FINO DUVÁN ANDRÉS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ D.C

2025

**DEL CIGARRILLO A LA CONCIENCIA: ESTRATEGIA DIDÁCTICA
GAMIFICADA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y LA APROPIACIÓN DE
SABERES EN LA FORMACIÓN INICIAL DE DOCENTES**

Presentado por:

BRAYAN YESID CANTOR RODRÍGUEZ

DUVÁN ANDRÉS ORTIZ FINO

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de Licenciado en
Química**

Director

Dra. Blanca F. Rodríguez Hernández

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ D.C

2025

AGRADECIMIENTOS

Brayan Yesid Cantor Rodríguez

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer siempre en el valor de la educación. Gracias por ser mi motor, por acompañarme en cada paso y por enseñarme que el esfuerzo y la dedicación siempre tiene recompensa.

A la profesora Blanca Rodríguez, por su confianza, su guía y por brindarnos siempre una mano amiga. Su compromiso, paciencia y pasión por la enseñanza han sido una fuente constante de inspiración, especialmente en el camino hacia una didáctica más humana y significativa en las ciencias. Su presencia y acompañamiento marcaron profundamente este proceso formativo y la construcción de esta investigación.

Al profesor Rodrigo, por difundir en mí el gusto por la química de los alimentos y por ser una fuente de inspiración para las ideas y prácticas experimentales que dieron forma a este trabajo.

A todos quienes de una u otra manera contribuyeron a este proceso académico y personal, gracias por su apoyo, por las palabras de aliento y por hacer de este recorrido una experiencia llena de aprendizajes y crecimiento.

Duván Andrés Ortiz Fino

A mis padres, por creer en mí hasta el último momento, por su apoyo incondicional en cada paso y en toda circunstancia. Gracias a ustedes, este logro hoy es una realidad. A mi hermana, que nunca dudó de mis capacidades y siempre me brindó palabras de aliento incluso en medio de las dificultades.

A mi compañero Brayan, por su creatividad y por ser la mente detrás de la idea que dio origen a este trabajo, gracias por la constante motivación y recordarme que no debía rendirme. A la profesora Blanca Rodríguez, por su paciencia, orientación y compromiso durante todo el proceso; su pasión por la enseñanza y la investigación fue fundamental para la adecuada construcción de este proyecto.

A mis compañeros, quienes me acompañaron tanto en el ámbito académico como en el personal. Gracias por hacer de este camino una experiencia enriquecedora, llena de aprendizajes, retos y momentos compartidos que sin duda dejaron una huella imborrable en mi formación.

TABLA DE CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. Objetivo General	11
3.2. Objetivos Específicos	11
4. ANTECEDENTES	12
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1. Enseñanza de la química y apropiación de saberes	17
5.2. Gamificación y storytelling como estrategia pedagógica innovadora en la enseñanza de la química	19
5.3. Formación inicial docente, TIC e innovación educativa	22
5.4. El cigarrillo como objeto de estudio desde una perspectiva educativa y ambiental	24
5.4.1. El cigarrillo como problema de salud pública	24
5.4.2. Contaminación global por cigarrillo (humo o colilla)	26
5.4.3. Tabaco y contaminación del aire	29
5.4.4. Contaminación por colillas del cigarrillo y su impacto ambiental.....	29
5.4.5. Control normativo del cigarrillo	31
5.4.6. Estrategia MPOWER y el control del tabaquismo en Colombia	31
5.5. Enfoque químico del problema del cigarrillo	32
5.5.1. Composición química y física del cigarrillo.....	32
5.5.2. Integración de aprendizaje de la química por el análisis químico del cigarrillo	33
5.6. Enfoque CTSA articulado con la gamificación	34
6. METODOLOGÍA	35
6.1. Categorías y subcategorías de análisis	36
6.1.1. Apropiación del saber científico	36
6.1.2. Apropiación del saber ciudadano.....	36

6.1.3. Apropriación didáctica	37
6.2. Fases de la investigación	37
6.2.1. Planeación y contextualización	38
6.2.2. Diagnóstico inicial	38
6.2.3. Diseño e implementación de la estrategia didáctica.....	38
6.2.4. Recolección y análisis de la información	38
6.2.5. Sistematización y comunicación de resultados	38
6.3. Recursos tecnológicos	47
7. Resultados y análisis de resultados.....	47
7.1 Resultados	48
7.1.1. Caracterización	48
7.1.2. Sesión No. 1	73
7.1.3. Sesión No. 2	86
7.1.4. Sesión No. 3.....	91
7.1.5. Sesión No. 4.....	98
7.2. Análisis de resultados	108
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	124
Anexos.....	132
Anexo 1. Justificación de la estrategia didáctica	132
Introducción	137
1. Justificación	138
2. Objetivos de la estrategia	139
2.1. Objetivo general	139
2.2. Objetivos específicos	139
3. Estructura general de la estrategia.....	139
3.1. Tabla resumen (visión global de las sesiones)	139
4.1. Sesión #1: El inicio de la misión.....	141

4.2. Sesión #2: Recorrido químico del cigarrillo	142
4.3. Sesión #3: El laboratorio de las huellas tóxicas	143
4.4. Sesión #4: El humo bajo la lupa	143
4.5. Sesión #5: La audiencia final: ¿Quién gana, la industria o la vida?... 144	144
Anexo 2. Contextualización para responder pregunta Mentimeter – sesión 1.....	162

INTRODUCCIÓN

El consumo de cigarrillo constituye una de las problemáticas de salud que afecta a millones de personas, asociadas a múltiples tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares y respiratorias (OMS, 2023). En particular, la población más vulnerable se sitúa entre los 10 y 13 años, que corresponde a la edad de inicio de consumo del cigarrillo, lo que evidencia la importancia de intervenir desde el contexto escolar (CDC Centers for Disease Control and Prevention, 2024). En este contexto, la enseñanza de las ciencias, en especial la química tiene un panorama para posibilitar la formación de ciudadanos informados, y por ende las instituciones educativas tiene el reto de desarrollar estrategias didácticas que no solo enseñan conceptos científicos, sino también contribuyan a la concientización de los estudiantes sobre problemáticas reales como las consecuencias del uso y abuso del cigarrillo en la salud de sí misma, de su entorno y el planeta en general (Murillo Medina, 2018).

En Colombia, la Ley 1335 o Ley Antitabaco, constituye el principal marco normativo para el control del consumo de productos derivados del tabaco. La ley establece la prohibición de fumar en espacios cerrados de uso público, como instituciones educativas, transporte, oficinas, bares y hospitales, asegurando un entorno 100 % libre de humo. De igual forma, prohíbe la venta de productos a base de tabaco a menores de 18 años, impide su comercialización en centros educativos o de salud, además restringe toda forma de publicidad, promoción o patrocinio, tanto de manera directa como indirecta; exige, además, la incorporación de advertencias sanitarias gráficas en empaques, que alerten a los consumidores cualquier tipo de riesgo ante dicho consumo. Esta normativa no sólo representa una herramienta legal, sino que también representa una base pedagógica y social para la construcción de una ciudadanía informada y consciente sobre los efectos del tabaquismo en la salud individual y colectiva (Congreso de la República de Colombia, 2009).

La enseñanza de la química permite abordar el tabaquismo no solo desde una perspectiva científica (conceptualización de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno, CO, CO₂; química orgánica (nicotina, alquitrán, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), aminas, aldehídos, cetonas, isomería); propiedades fisicoquímicas (volatilidad, solubilidad, cambios de fase); sino también, ambiental y contextualizada a las necesidades y características del entorno social y cultural de los individuos, que puedan conocer los efectos del cigarrillo, el impacto de las colillas en el ambiente (micro plásticos, lixiviación de metales pesados, residuos tóxicos), los aspectos bioquímicos y fisiológicos (neurotransmisores, metabolismo de xenobióticos, entre otros) por el consumo directo e indirecto (Andrade Coureaux, 2022). En la última década, han surgido innovaciones metodológicas (clase invertida, aprendizaje basado en proyectos, uso de herramientas digitales, entre

otros) que han fortalecido la integración del conocimiento disciplinar con la formación docente, permitiéndoles enfrentarse a los desafíos del aula contemporánea, es así como la gamificación educativa emerge como estrategia para enriquecer la enseñanza de las ciencias y fomentar la apropiación de saberes por los estudiantes.

A partir del diseño de una estrategia didáctica gamificada basada en la enseñanza de la química del cigarrillo, se busca generar espacio de reflexión autocrítica, de formación ciudadana, en la que además de apropiarse de saberes químicos asuman una ciudadanía global responsable y ética (García Bayón & Rodríguez-Izquierdo, 2024; Secundaria Obligatoria Bachillerato & Fernández-Oliveras Ana Sebastián-García, n.d.).

Este trabajo de investigación diseño e implemento una estrategia didáctica basada en la gamificación, tomando como eje temático el consumo de cigarrillo y sus efectos nocivos, integrándolo en la enseñanza de la química a fin de generar aprendizajes con relevancia social y fomentar la reflexión y toma de conciencia en los educandos. Al incorporar elementos lúdicos propios de los juegos en un entorno educativo, se busca incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje de la química, al tiempo que se promueve la apropiación del conocimiento científico relacionado con la salud y la química del cigarrillo, atendiendo así, la necesidad de contextualizar la enseñanza de la química de una forma atractiva y la de formar docentes capaces de innovar en sus prácticas pedagógicas para abordar problemáticas auténticas desde la ciencia, de manera crítica y reflexiva.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los espacios universitarios es frecuente observar a numerosos estudiantes consumiendo cigarrillos en diversas áreas (sin desconocer que existen lugares específicos para esta práctica). Este hábito, además de representar un riesgo significativo para la salud tanto fumadores activos y pasivos, pone en evidencia una preocupante falta de conciencia sobre el impacto social y ambiental del tabaquismo, así como la de algunas de las enfermedades mencionadas.

En la enseñanza de la química suelen presentarse dos brechas; una relacionada con algunas temáticas específicas suelen abordarse de forma fragmentada y descontextualizada (por ejemplo, composición química del cigarrillo, reacciones tóxicas en el organismo, etc.) limitando la comprensión social que implica tomar la decisión de fumar y la segunda de tipo motivacional y pedagógica donde los docentes en formación inicial pueden desinteresarse por este tipo de contenidos o verlo como algo más por abordar por ser presentados de forma tradicional

dificultando la construcción de una postura reflexiva frente a problemas de salud pública como el consumo de tabaco. Por tanto, se requiere una intervención educativa que, mediante una gamificación cuidadosamente diseñada, convierta el aprendizaje en una experiencia interactiva y contextualizada, capaz de motivar al estudiante y facilitar la interiorización de los conocimientos. En este sentido, se plantea el siguiente problema de investigación:

¿Cómo implementar una estrategia didáctica gamificada, en la enseñanza de la química, de manera que los futuros docentes apropien saberes científicos y desarrollen conciencia crítica sobre los efectos del cigarrillo?

2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge de la necesidad de fortalecer la enseñanza y apropiación de saberes químicos en la educación superior, enfocada a los estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, abordando problemáticas contemporáneas que se vinculen con el saber científico de la vida cotidiana del estudiantado. En este contexto, el consumo de cigarrillo se constituye como una temática pertinente, no sólo por sus implicaciones en la salud pública, sino también por el análisis que se le puede realizar desde diferentes componentes disciplinares de la química, lo social y lo ambiental. Al abordar el consumo del cigarrillo como objeto de estudio, se pretende generar conciencia crítica sobre los efectos de esta sustancia, promoviendo así una educación científica con sentido ciudadano (Lineth & Lozano, 2022; Sadler, 2004)

Este trabajo propone una estrategia gamificada, entendida como el uso de elementos del juego con contextos no lúdicos, con el fin de aumentar la motivación, compromiso y el aprendizaje de conceptos químicos en los estudiantes. La gamificación busca generar experiencias didácticas dinámicas, participativas y retadoras, en las que se fomente la apropiación activa del conocimiento. Esta estrategia no sólo pretende facilitar la comprensión de conceptos químicos, sino también fortalecer competencias ciudadanas al permitir a los estudiantes adoptar una posición crítica frente a problemas reales.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar una estrategia didáctica gamificada, para la enseñanza de contenidos de química relacionados con el consumo del cigarrillo favorezcan la apropiación de saberes científicos y la toma de conciencia en estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, como parte de su formación inicial como docentes.

3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las concepciones, actitudes y saberes previos de los estudiantes de primer semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional sobre el cigarrillo su relación con los contenidos químicos y conciencia ciudadana.
- Diseñar una estrategia didáctica gamificada integrando elementos lúdicos (narrativa, desafíos, recompensas, retroalimentación inmediata, etc.) en torno al tema del cigarrillo, alineada con los objetivos de aprendizaje en química.
- Describir y analizar las formas de apropiación crítica de saberes científicos y ciudadanos que emergen en los profesores de química en formación inicial al participar de la estrategia didáctica gamificada.

4. ANTECEDENTES

Para efectos de la construcción de los antecedentes de esta investigación, se realizó una revisión de los artículos publicados en los últimos cuatro años sobre los riesgos del consumo de cigarrillo en la salud humana y el medio ambiente, con especial interés en propuestas educativas que se orientan a la formación de estudiantes en temáticas de prevención y concienciación. Esta búsqueda se enfatizó en estudios que abordaran la enseñanza de estos contenidos en el contexto escolar o universitario, particularmente en el área de las ciencias naturales.

La selección de los artículos se realizó a partir de la revisión de repositorios institucionales como el de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) y la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), así como de bases de datos y revistas académicas indexadas de acceso abierto, entre ellas se encuentra SciELO como un portal general y portal de México, Redalyc, la Universidad Internacional de la Rioja (UNIROJA) y el portal de Educación Física y Ciencias (EFDeportes). Estas plataformas fueron seleccionadas por su relevancia en la difusión de investigaciones educativas en el contexto iberoamericano y por facilitar el acceso libre y gratuito a publicaciones científicas.

De manera complementaria, se incluyeron algunos artículos publicados en años anteriores al periodo establecido, debido a la limitada disponibilidad de investigaciones recientes sobre el tema específico del cigarrillo desde una perspectiva educativa. En algunos casos, también se hizo una revisión de revistas especializadas en Educación o Ciencias Naturales, que, aunque no se enfocan exclusivamente en el tema del tabaquismo, han publicado artículos relacionados que cumplen con los criterios de calidad académica exigidos para esta investigación.

Tabla 1. *Referentes teóricos alrededor del uso del cigarrillo y la enseñanza de la química a través de CSCA*

DATOS		AÑOS						TOTAL	
		2010-2014		2015-2019		2020-2024			
NACIONALIDAD	NOMBRE DE LA REVISTA / FUENTE	R	S	R	S	R	S	R	S
COLOMBIANA	Tesis universitaria (sin publicación en revista)				1				1
	Revista Biografía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza.					1		1	
	Revista de Salud Pública		1						1
MEXICO	Educación química		1						1
CUBA	Revista Habanera de Ciencias Médicas				1				1

	Revista Didasc@lia: didáctica y educación	1					1		
ESPAÑA	Revista digital Efdportes.com	1					1		
	Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal		1					1	
	Repositorio Institucional Español	1					1		
TOTAL		3	3	0	2	1	0	4	5

R: revisadas S: seleccionadas

Nota. Elaboración propia (2025).

El consumo de tabaco representa una problemática compleja que involucra dimensiones biomédicas, socioambientales, educativas y éticas, siendo objeto de creciente interés en la literatura científica y pedagógica contemporánea. Diversos estudios, desarrollados principalmente en contextos iberoamericanos, han abordado el fenómeno del tabaquismo desde enfoques didácticos, preventivos, curriculares y comunitarios, coincidiendo en su carácter multicausal y en la necesidad de respuestas educativas integrales.

En el contexto colombiano en la Universidad Nacional de Colombia diseñó una estrategia didáctica fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos, orientada a la comprensión de los efectos nocivos del cigarrillo, en la cual se articulan saberes históricos, biológicos, pedagógicos y sociales, permitiendo que el estudiantado asuma un rol activo en la construcción de soluciones educativas frente al tabaquismo; complemento a este, en la Universidad Pedagógica Nacional se propuso un diseño didáctico de carácter interpretativo, el cual problematiza el consumo de cigarrillo como una cuestión sociocultural y ambiental, promoviendo la construcción de ciudadanía crítica mediante cinco momentos pedagógicos articulados al currículo (Ruiz & Moreno, 2023).

En la región Caribe, un estudio publicado en la Revista de Salud Pública (Ruiz-Sandoval et al., 2010) se evaluó la eficacia de intervenciones punitivas escolares con adolescentes, concluyendo que, si bien tienen cierto impacto, su efectividad resulta limitada si no se integran con políticas públicas amplias como el control de ventas, espacios libres de humo y regulación del acceso.

En México, se propuso un modelo educativo integral para la enseñanza-aprendizaje del tabaquismo en estudiantes de química farmacéutica-biológica. Este enfoque incluyó contenidos teóricos sobre salud, farmacología y legislación, así como actividades experimentales como la determinación de biomarcadores (ion tiocianato) para medir la exposición al humo de tabaco en fumadores activos y pasivos, la propuesta mostró una apropiación significativa de conocimientos científicos y habilidades prácticas entre los participantes (Pérez et al., 2023).

En La Habana, se desarrolló un programa educativo tras identificar que más del 90% de los estudiantes encuestados fumaban, y presentaban altos niveles de desconocimiento sobre los efectos del cigarrillo en la salud bucal (González Ramos et al., 2016). En Las Tunas, se realizó un diagnóstico pedagógico con estudiantes de básica secundaria, revelando escaso conocimiento sobre los riesgos del tabaquismo y limitada disposición hacia conductas preventivas, lo que justificó la necesidad de intervenciones educativas desde las ciencias naturales (Hernández-Aguado & García, 2021)

En el ámbito español, se planteó la inclusión del tema del tabaco en el área de educación física, argumentando que el profesorado debe asumir un rol protagónico en la prevención del consumo en contextos escolares (Abad, 2010). Desde una mirada socio pedagógica, se consideró que la educación es la herramienta más poderosa para intervenir el consumo de tabaco, al tiempo que demandó un abordaje interdisciplinar que incluya dimensiones legales, fiscales y comunitarias. (Leyva et al., 2023) En Valencia, el Ministerio de Educación de España propuso programas de enseñanza innovadores sobre tabaquismo y salud, aunque sin presentar datos empíricos detallados (Boubeta et al., 2020)

Este conjunto de estudios evidencia que el tabaquismo no puede abordarse únicamente desde una perspectiva biomédica o disciplinar, sino que requiere propuestas educativas articuladas a la realidad social del estudiantado, que integren pensamiento crítico, acción preventiva, y sensibilidad ética. En apoyo a este análisis, se elaboró una nube de palabras a partir de los resúmenes de los antecedentes revisados, donde se destacan conceptos como education, health, students, prevention y smoking, lo cual confirma el carácter educativo y socialmente controversial del fenómeno (figura 1).

Dimensión social y ética: Términos como “adolescentes”, “prevención”, “problemas”, “comportamientos”, “contexto escolar”, “intervención”, “amigos”, “motivaciones”, “ignorancia”, “cultura” y “sociedad” evidencian que los términos son abordados con un enfoque CTSA, con implicaciones éticas, culturas y de salud pública. Sin embargo, otro término como “ciudadanía” está inmersa en términos como “social”, “intercultural” y “funcional”, lo que indica una intención formativa más allá del contexto científico.

Frecuencia de idiomas mixtos: La revisión de antecedentes señala el uso del inglés como una segunda lengua como parte del abstract, lo cual sugiere validez y diversidad de los antecedentes. Términos como “smoking”, “problem”, “education”, “school”, “health”, “prevention”, “students”, “problems” reflejan la similitud en términos en español de “tabaquismo”, “tabaco”, “prevención”, salud”.

Por lo tanto, el mapa de términos refuerza los hallazgos de los antecedentes, pues según la literatura, el tabaquismo no sólo se ve desde un riesgo biomédico, sino como una problemática de educación, social y ética, el cual exige una respuesta pedagógica innovadora dentro de un espacio escolar. Los términos encontrados en segunda lengua (inglés) genera un énfasis en que el estudio presenta una oportunidad para el desarrollo del pensamiento crítico, formación ciudadana y trabajo interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias.

5. MARCO TEÓRICO

Se estructura en tres ejes conceptuales que sustentan la investigación: (1) la enseñanza de la química y la apropiación de saberes, la gamificación educativa como estrategia didáctica y la formación inicial de docentes vinculada a la innovación pedagógica y didáctica.

5.1. Enseñanza de la química y apropiación de saberes

La apropiación de saberes implica la capacidad de integrar, resignificar y aplicar el conocimiento en contextos diversos. Según Coll (1996), este proceso va más allá de la adquisición de información: implica hacer propio un saber y usarlo de forma crítica. En el ámbito de la formación docente, esta apropiación no sólo se refiere al contenido disciplinar, sino también a su aplicación ética, pedagógica y transformadora (Rodríguez Hernández, 2017b) (Lampert et al., 2024) (Karelovic Vargas & Kong, 2022).

Esta apropiación, se entiende como el proceso mediante el cual un individuo internaliza y hace propio un conocimiento, integrándolo con sus saberes previos y su realidad sociocultural hasta convertirlo en parte de su acervo cognitivo. Este proceso implica reconstruir activamente el saber, más que solo recibirlo pasivamente, involucrando diálogo, reflexión y conexión con experiencia de vida.

Según Díaz (2006, citado en Torres et al., 2024), la apropiación del conocimiento es “la reconstrucción de saberes culturales y la participación en prácticas que le permiten aculturarse y socializarse; es decir, el estudiante no solo aprende un concepto químico, sino que lo vincula con su contexto y le atribuye significado personal y social.

Formar ciudadanos críticos capaces de comprender e intervenir en problemáticas actuales es uno de los desafíos más relevantes de la educación científica. La alfabetización científica en su visión II (Morales, 2021), promueve la articulación entre el saber científico y la participación ciudadana. Así, también se plantea, que la ciencia escolar debe generar herramientas para tomar decisiones responsables, especialmente en temas como el consumo de sustancias y el cuidado ambiental (Marco-Stiefel et al., 2000). Abordar en el aula de química el caso del consumo de cigarrillo, sus causas, componentes químicos reacciones tóxicas y consecuencias en el organismo, favorece a los futuros docentes y sus alumnos a poder conectar la teoría con una problemática real de salud pública.

En consecuencia, en la formación inicial de profesores de química se promueve cada vez más el uso de metodologías centradas en el estudiante (indagación, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje por contextos, entre otras), que

fomenten esta apropiación activa del conocimiento, enseñar química para la apropiación de saberes implica: contextualizar los conceptos en situaciones auténticas y cercanas a la realidad del alumno, facilitar espacios de interacción y diálogo donde el estudiante reconstruya el conocimiento científico, y orientar la reflexión sobre las implicaciones sociales, ambientales o personales de dichos conocimientos.

Este enfoque conecta estrechamente con la idea de una educación científica con relevancia social, en la cual la química se presenta no solo como contenido académico, sino como una herramienta para entender y mejorar el mundo cotidiano. La estrategia didáctica propuesta en esta tesis se inserta en esta corriente: al tomar la problemática del cigarrillo como hilo conductor, se busca que los estudiantes aprendan química apropiándose de saberes que les resulten útiles para su vida y su futura labor docente, sensibilizándose al mismo tiempo sobre un tema de importancia social.

La enseñanza de las ciencias en torno a la comprensión crítica de la ciencia como práctica social y a la reflexión sobre sus implicaciones tecnológicas, éticas, económicas y ambientales. Este enfoque promueve la alfabetización científica en sentido amplio: formar ciudadanos capaces de interpretar información científica, participar en debates públicos informados y tomar decisiones responsables ante problemáticas socioambientales (Fernández, I et al, 2014)

Según Murillo y Tirado (2020) en la práctica educativa, la apropiación de saberes implica utilizar problemas reales como eje de aprendizaje, favorecer la argumentación basada en evidencia y promover la integración interdisciplinar entre ciencias, tecnología y dimensiones sociales. Estas orientaciones buscan el desarrollo de competencias que van desde la comprensión conceptual hasta la toma de postura ética y la acción ciudadana. América Latina, diversas investigaciones y experiencias han mostrado que este enfoque, favorece el aprendizaje significativo y la motivación cuando los estudiantes pueden relacionar los contenidos científicos con su contexto social y ambiental.

Desde el punto de vista curricular y didáctico, Fernández et al (2014) implementar este enfoque, implica adoptar metodologías activas y diseñar actividades que integren la evaluación formativa, la reflexión ética y la valoración de impactos ambientales. La literatura latinoamericana insiste en la necesidad de articular la formación docente con el enfoque ciencia tecnología y ambiente (CTSA) que medien procesos de enseñanza que conecten la ciencia escolar con problemáticas sociales reales.

Finalmente, se pretende formar ciudadanía científica: no sólo enseñar “conceptos” sino habilitar a las personas para interpretar evidencias, evaluar riesgos, valorar opciones tecnológicas y participar en decisiones colectivas con criterios informados y éticos. En el contexto latinoamericano, muchos trabajos recientes han subrayado la pertinencia de este enfoque, para abordar retos como la salud pública, la contaminación ambiental y la gestión de tecnologías en comunidades con particulares realidades socioeconómicas (Parga Lozano, 2022).

5.2. Gamificación y storytelling como estrategia pedagógica innovadora en la enseñanza de la química

La gamificación se entiende como la incorporación de elementos, mecanismos y estéticas propias del juego en contextos no lúdicos con el fin de generar experiencias significativas y de compromiso en los participantes. En el estudio revisado, la definición y clasificación de la gamificación se apoya en modelos ampliamente discutidos en la literatura, como la tríada (Dinámicas – Mecanismos – Componentes), cuyos elementos permiten diseñar experiencias orientadas a la motivación y la progresión del usuario.

En términos de estructura conceptual, Werbach & Hunter (2012) organizan los elementos de la experiencia gamificada en una pirámide de abstracción compuesta por dinámicas (panorama general), mecánicas (procesos que generan interacción) y componentes (elementos concretos, por ejemplo, puntos, misiones, logros). El análisis del archivo muestra que una correcta combinación de estos niveles incrementa la probabilidad de generar experiencias memorables y con impacto sobre la participación del usuario.

Respecto a los componentes y su frecuencia de uso, el documento analiza una muestra de prácticas y reporta que los elementos más presentes en experiencias gamificadas son “Desafío”, “Progresión”, “Misión” y “Conquistas”, mientras que elementos como “Boss”, “Suerte/Chance”, “Times” y “Presentes/Gifts” son menos frecuentes. Esto sugiere una tendencia de los diseñadores a priorizar la satisfacción de progresión y el comentario como motores de involucramiento.

También destaca la creciente integración de tecnologías digitales (TIC, realidad aumentada, realidad virtual, plataformas móviles) como soporte para operacionalizar las experiencias gamificadas, permitiendo que gran parte de las prácticas se desarrollen a través de aplicaciones o redes sociales y maximizando aspectos de interacción y personalización. Al mismo tiempo, se subraya la necesidad de considerar aspectos éticos en el diseño de experiencias persuasivas derivadas de la gamificación.

Finalmente, desde el punto de vista metodológico y conceptual, el archivo propone que el diseño de proyectos gamificados debe comenzar por definir las dinámicas,

luego seleccionar las mecánicas más adecuadas y, por último, establecer los componentes concretos para operacionalizar la experiencia, siguiendo la jerarquía sugerida por Werbach & Hunter. Además, el documento advierte sobre la inmadurez relativa del campo (en la muestra analizada no existe unanimidad en componentes) y recomienda estudios más profundos que indaguen las razones del éxito o fracaso de prácticas específicas.

La gamificación, se ha consolidado como una estrategia didáctica innovadora para diversos niveles y asignaturas educativas. En entornos formativos, la gamificación funciona mejor cuando las dinámicas de juego están alineadas con objetivos claros de aprendizaje y cuando se tiene en cuenta la psicología de la motivación de los alumnos.

Una de las razones fundamentales por las que la gamificación se ha difundido en educación es su capacidad para satisfacer necesidades motivacionales intrínsecas de los estudiantes. La gamificación, al proponer retos alcanzables que permiten demostrar maestría (competencia), otorgar cierta libertad de elección o caminos (autonomía) y fomentar la colaboración o competencia saludable entre pares (relación), puede nutrir estas necesidades psicológicas, por ejemplo, Treiblmaier & Putz (2020) encontraron que la gamificación actuó como moderador positivo de la motivación intrínseca, incrementando la disposición de los participantes a involucrarse en las actividades propuesta.

Asimismo, diversos metaanálisis realizados en contexto educativo han reportado mejoras significativas en el compromiso, la retención del conocimiento y el rendimiento académico al incorporar gamificación en comparación con métodos tradicionales, en particular, un estudio longitudinal de Putz et al. (2020) señaló que la gamificación promueve una mayor retención de conocimiento a largo plazo por parte de los estudiantes, lo cual es un hallazgo muy pertinente para objetivos educativos como la apropiación de saberes a largo plazo.

Desde una perspectiva pedagógica, la gamificación se distingue de simplemente "jugar en clase" en que su intención es diseñar experiencias de aprendizaje estructuradas con propósito lúdico. Kapp (2012) acuñó el concepto de gamificar el aprendizaje resaltando que no se trata de convertir la educación en juego sin más, sino de utilizar principios de diseño de juegos para potenciar el aprendizaje y la instrucción. Esto incluye identificar qué mecánicas de juego (reglas, puntos, niveles, coleccionables, etc.) y qué dinámicas (retroalimentación, cooperación, competencia, narrativa) apoyarán mejor determinados objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, la entrega de insignias o puntos por completar ciertas tareas puede reforzar el sentido de logro y competencia; una historia o narrativa envolvente puede darle significado contextual a actividades que de otro modo parecerían aisladas; los

leaderboards o clasificaciones pueden incentivar el esfuerzo adicional, siempre que se usen con criterio para mantener un ambiente positivo.

Es importante destacar ejemplos concretos que han sido documentados en la literatura reciente para ilustrar el valor de la gamificación en educación científica. Higuera Fernández y Hidalgo (2024), por ejemplo, describen el uso de la plataforma Classcraft en un aula de Ciencias de primaria, donde a través de misiones y retos gamificados lograron mejorar el aprendizaje de los alumnos en temas de Ciencias de la Naturaleza. En dicha experiencia, la narrativa de un mundo fantástico y la asignación de roles (curador, guerrero, mago, etc., dentro de Classcraft) motivó a los estudiantes a completar actividades de ciencia con entusiasmo, evidenciando una mayor implicación en comparación con clases tradicionales. Otro estudio, García López et al. (2022), reportó una experiencia de gamificación en ciencias naturales de secundaria donde la introducción de desafíos y recompensas fomentó no solo la motivación sino también la inclusión de estudiantes con diversas capacidades, demostrando que la gamificación puede *adaptarse* para atender distintos ritmos y estilos de aprendizaje (García López et al., 2022).

En el contexto de la formación docente, Capacho-Parra (2024) subraya que la gamificación en el aula constituye una dinámica educativa innovadora, atractiva e interactiva, que puede enriquecer el proceso formativo tanto de estudiantes escolares como de docentes en formación. Según sus hallazgos, emplear gamificación aporta conocimientos y prácticas valiosas para los futuros profesores, pues les permite vivenciar de primera mano una metodología activa y comprobar sus efectos en la motivación y aprendizaje de los alumnos.

La gamificación se presenta entonces, no solo como un recurso didáctico más, sino como una herramienta de transformación de la práctica docente: obliga al profesor a rediseñar sus clases bajo una lógica centrada en el estudiante, con metas claras, retroalimentación constante y flexibilidad para atender la dinámica del juego. En consecuencia, el profesor en formación que aprende a gamificar está desarrollando competencias en planificación, creatividad, manejo de TIC, evaluación formativa, entre otras, que son altamente deseables en la educación del siglo XXI.

Por otra parte, el storytelling como estrategia pedagógica dentro de la pedagogía disruptiva es sostenida teóricamente dentro de las narrativas, entendida como una forma contemporánea de contar historias mediante recursos visuales, auditivos e interactivos que potencian el compromiso del estudiante y la construcción del significado. Según Johnson (2013) y Acosta (2015) destacan que estas narrativas representan una evolución de la narración tradicional, aprovechando las tecnologías digitales para favorecer procesos cognitivos, metacognitivos y de reflexión.

Entonces, el storytelling se define como una estrategia comunicativa que permite transmitir ideas de manera emocional y memorable (McKee, 1997), facilitando la comprensión de conceptos complejos al contextualizar el aprendizaje, como indica Gardner (1993). Su integración en el ámbito educativo se articula con las estrategias didácticas innovadoras, que promueven la participación, el pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo (Bransford, 2000; Johnson & Johnson, 2014). Finalmente, el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel (1995) fundamenta la pertinencia del storytelling, al considerar que las historias funcionan como organizadores previos que vinculan el nuevo conocimiento con la estructura cognitiva del estudiante, favoreciendo una comprensión profunda y su transferencia a situaciones reales.

5.3. Formación inicial docente, TIC e innovación educativa

En muchos países, incluida Colombia, las escuelas de educación enfrentan el reto de cerrar la brecha entre la teoría pedagógica que se enseña en las universidades y la realidad de las aulas donde los futuros docentes ejercerán, para lograrlo, es fundamental que, durante la formación inicial, los profesores en entrenamiento tengan experiencias prácticas auténticas y acompañadas, donde puedan aplicar estrategias innovadoras con estudiantes reales, reflexionando sobre su impacto. La investigación educativa reciente documenta esfuerzos en este sentido: por ejemplo, la incorporación de prácticas pedagógicas tempranas y extendidas, la mentoría por docentes expertos, y la inclusión en el currículo de talleres de diseño didáctico donde se experimenta con TIC y recursos lúdicos. Estas iniciativas buscan que el docente novel desarrolle confianza y pericia en la implementación de nuevas estrategias antes de egresar, de modo que ingrese al sistema educativo como agente de cambio y no reproduciendo esquemas tradicionales ineficaces.

La gamificación entra a jugar un papel interesante en la formación docente por varias razones. En primer lugar, es una estrategia relativamente reciente y en auge, por lo que muchos docentes en ejercicio aún no la dominan; en consecuencia, enseñar sobre gamificación (y con gamificación) a los profesores en formación les otorga una ventaja en cuanto a manejo de tendencias educativas actuales. En segundo lugar, la gamificación encarna de manera muy concreta el espíritu de la innovación didáctica: para aplicarla, el futuro docente debe repensar todo el diseño de su clase, centrándola en la motivación y participación de los estudiantes. Esto rompe con el paradigma tradicional de enseñanza y obliga a poner en práctica principios pedagógicos constructivistas (el alumno como protagonista, el error como fuente de aprendizaje, la retroalimentación continua, etc.).

Capacho-Parra (2024) concluye que la gamificación convierte la acción educativa en una dinámica innovadora, logrando un proceso de enseñanza más atractivo, interactivo y eficaz que el convencio. Además, señala que a través de su uso se

generan fundamentos y experiencias que mejoran la práctica docente, elevando la calidad formativa. Para un profesor en formación, vivenciar esto significa añadir a su repertorio didáctico una herramienta poderosa para motivar a sus futuros alumnos y facilitar aprendizajes de calidad.

La formación inicial docente orientada a la innovación didáctica proporciona a los futuros educadores las herramientas conceptuales y prácticas para transformar la educación. Integrar estrategias como la gamificación en este proceso formativo resulta beneficioso doblemente porque los futuros docentes adquieren competencia en una metodología activa y centrada en el estudiante, potenciando su perfil profesional, y porque experimentan ellos mismos un aprendizaje más significativo y motivador durante su formación, lo cual puede inspirarlos a replicar ese modelo en su práctica. La presente investigación se sustenta en este principio: al implementar una estrategia gamificada con docentes en formación, no solo investigamos sus efectos inmediatos en el aprendizaje de la química y la conciencia sobre el tabaquismo, sino que también aportamos a la formación de profesores innovadores, reflexivos y preparados para enlazar ciencia y sociedad en sus aulas.

En consecuencia, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han consolidado como un eje transformador en los procesos de educación, al facilitar el acceso a la información, promover la alfabetización digital y posibilitar ambientes de aprendizaje más flexibles y participativos (Cabero-Almenara, 2020). A nivel conceptual, las TIC se comprenden como el conjunto de herramientas, recursos y dispositivos que permiten gestionar, producir y comunicar información mediante medios digitales, lo cual ha impulsado nuevas formas de interacción pedagógica que trascienden los límites físicos del aula (UNESCO, 2018).

Dentro del contexto colombiano, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha desarrollado políticas y lineamientos orientados a la integración de las TIC en la escuela. Programas como “Computadores para educar”, “Ciudadanía digital” y “Colombia Aprende” han promovido la formación docente en competencias digitales y el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica en las instituciones educativas (Ministerio de Educación Nacional, 2020). Estas iniciativas se fundamentan en el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026, que reconoce las TIC como una herramienta esencial para garantizar una educación pertinente, innovadora y equitativa (MEN, 2017).

Autores vinculados a la investigación comunicativa en Colombia, como Jesús Martín-Barbero, han señalado que las TIC modifican las formas de aprender y reproducir conocimiento, integrando nuevas dinámicas culturales y pedagógicas basadas en la participación y la interactividad (Martín Barbero, 2003). Asimismo, autores Colombianos como Julio Cabero, subrayan que las TIC favorecen el

aprendizaje autónomo y colaborativo al permitir a los estudiantes explorar, crear y compartir contenidos digitales (Cabero & Llorente, 2015).

Por tal motivo, desde la perspectiva pedagógica, la incorporación de las TIC promueve metodologías activas como un aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y el uso de recursos multimodales que fortalecen el pensamiento crítico y la creatividad (Moreira, et al., 2016), además de posibilitar la inclusión al ofrecer apoyos tecnológicos adaptados a diversas necesidades educativas y facilitar la participación de estudiantes en zonas rurales a través de la educación mediada por tecnologías, una prioridad expresada por el MEN y el Ministerio de las TIC en los últimos años (MinTic, 2021). En Colombia, no sólo representan herramientas tecnológicas, sino agentes de transformación educativa que amplían las oportunidades de acceso, potencian la innovación didáctica y contribución al desarrollo de ciudadanos competentes en la sociedad del conocimiento. Su importancia surge en la capacidad para democratizar la información, fortalecer las prácticas pedagógicas y conectar a los estudiantes con los desafíos del siglo XXI (MEN, 2020).

5.4. El cigarrillo como objeto de estudio desde una perspectiva educativa y ambiental

5.4.1. El cigarrillo como problema de salud pública

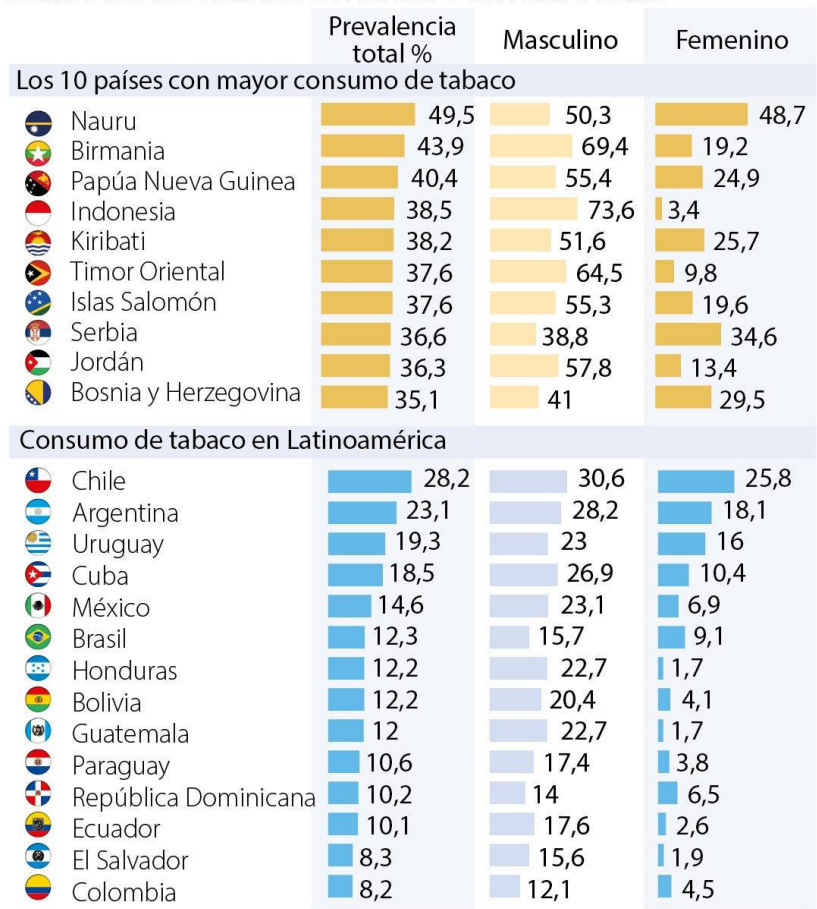
El consumo del cigarrillo y otros productos que se derivan del tabaco representan un problema para la salud pública a nivel mundial. La organización mundial de la salud (OMS, 2023) ha venido reportando que el tabaquismo es una de las principales causas de diferentes enfermedades respiratorias, diferentes tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares. A pesar de las diferentes campañas de concientización y el intento de las diferentes leyes de los países el consumo de tabaco sigue siendo relevante en adolescentes y jóvenes, lo que deja en evidencia la necesidad de estrategias educativas mucho más complejas, pero a la vez didácticas para la prevención de su consumo.

El tabaco y el humo que este genera contiene una amplia variedad de diferentes sustancias químicas nocivas para cualquier persona, muchas de ellas son cancerígenas. El humo del tabaco contiene muchos compuestos químicos como lo son la nicotina, el alquitrán, monóxido de carbono y diversos metales pesados. Estos compuestos tienen un efecto muy nocivo para el cuerpo humano, pues contribuyen al desarrollo de enfermedades crónicas como el cáncer de pulmón y boca (Lletjós et al., 2021). La American Cancer Society también señala que estos compuestos químicos no solo afectan al fumador, sino que también a las personas

expuestas al humo que este puede generar, aumentando así el riesgo de desarrollar dichas enfermedades (Valera et al., 2020).

Por otro lado, el consumo de tabaco varía significativamente entre países. Según la OMS China se destaca como el mayor productor y consumidor de tabaco a nivel mundial, pues es alrededor de 300 millones de personas son consumidoras de tabaco, lo cual representa el 26,6% de los fumadores globales (Santos Junior et al., 2025). Si se mira a nivel Colombia, representa un consumo de tabaco del 8,2% situándose así en el puesto 143 entre 164 países que se analizaron (Castro Soriano et al., 2024). Estas cifras ponen en evidencia la necesidad de poder realizar diferentes estrategias de prevención frente al consumo del tabaco y la educación sobre este según el contexto de cada país en específico, considerando sus diferencias, culturas y particularidades sociales.

CONSUMO MUNDIAL DE TABACO POR PAÍS Y SEXO



Fuente: OMS Gráfico: LR-DH

Figura 2

Consumo mundial de tabaco por país y sexo

Nota. Elaboración por OMS (2024).

Desde un ámbito educativo, diferentes estudios han demostrado que la enseñanza basada en contextos puede contribuir al significativamente a la sensibilización de los estudiantes sobre efectos nocivos del tabaco. Investigaciones previas han abordado la enseñanza de la química en contextos cotidianos como una estrategia para fomentar también el pensamiento crítico y la toma de decisiones sobre una problemática, con argumentos que tengan validez (Quintero Duque et al., 2022) en este sentido integrar los estudios de componentes del cigarrillo y sus efectos en el organismo en una temática de clase de ciencias o química puede ser una herramienta efectiva para la educación en química y ciudadanía.

Algunas de las intervenciones educativas han mostrado resultados muy buenos en la reducción del consumo del tabaco por parte de los jóvenes, pues cuando se incorporan metodologías activas y participativas en el aula se logra una mejor comprensión de lo que se quiere enseñar. Diferentes estrategias como el aprendizaje basado en problemas y la experimentación permiten que los estudiantes apropien de manera tangible los riesgos asociados al tabaquismo y desarrollen actitudes críticas frente a consumir o no (Fernández González & Figueroa Oliva, 2018). Asimismo, la educación ciudadana juega un papel fundamental en la formación de hábitos saludables y en la toma de diferentes decisiones sobre el consumo de sustancias nocivas para el cuerpo humano, teniendo en cuenta que no solo está afectando al consumidor también a quien lo rodea.

5.4.2. Contaminación global por cigarrillo (humo o colilla)

El consumo de cigarrillo no solo afecta la salud humana, también tiene un fuerte impacto ambiental. Las colillas de cigarrillo se consideran como el residuo más común en el mundo. Pues contienen filtros compuestos su gran mayoría por acetato de celulosa, la cual es una sustancia que se degrada muy lentamente. Se estima que aproximadamente 4,5 billones de colillas son desechados cada año en el medio ambiente, liberando sustancias tóxicas las cuales contaminan los suelos y cuerpos de agua; no obstante, estos residuos pueden ser digeridos por diferentes especies de animales marinos o terrestres, causando efectos adversos en los diferentes ecosistemas donde exista presencia de las colillas (López-Aguirre et al., 2020)

Además de las colillas, el humo que se genera al fumar contribuye con un alto impacto a la contaminación de la atmósfera. Se han realizado algunos estudios que demuestran que la concentración de partículas contaminantes en espacios donde se fuma es supremamente alta, dañando la calidad del aire y se considera un riesgo para la salud del fumador y los que no están fumando en el lugar. La exposición

constante al humo de cigarrillo en ambientes sin ventilación incrementa la presencia de los compuestos tóxicos en el aire, lo que puede llevar a enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En espacios abiertos, aunque el impacto puede ser relativamente menor las sustancias tóxicas del cigarrillo contribuye al deterioro de la calidad del aire (Larco & Cañizares, 2021).

También el tabaquismo es reconocido como un factor de riesgo determinante para enfermedades respiratorias y distintos tipos de cáncer como lo son de pulmón, nariz, boca, laringe, esófago, estomago cuello entre otros (Avenidaño Contreras, 2023) ; además, el uso del tabaco es una de las causas más relevantes d padecer de un infarto agudo de miocardio, incrementando tres veces el riesgo de padecer esta afección, llegando hasta un 5-6% (Jara-Reinoso & Arráiz-De-Fernández, 2024); también se puede decir que es un factor casual de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la cual es una condición que esta presenta en Colombia con un porcentaje entre 6,2% en barranquilla, 13,5% en Medellín. Es posible detectar enfermedades respiratorias crónicas en etapas tempranas, lo que permite interacciones efectivas que previenen el aumento de enfermedad en el cuerpo, incluso los profesionales de la salud hacen una comparación de la contaminación del aire en las ciudades con los efectos del cigarrillo en el organismo (Jara-Reinoso & Arráiz-De-Fernández, 2024).

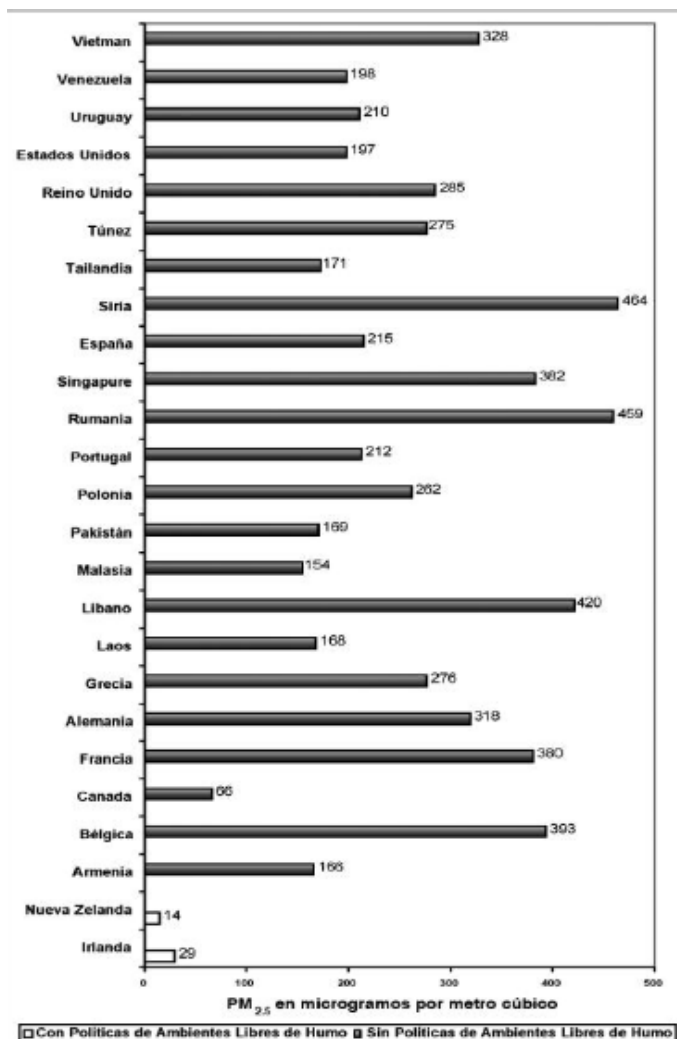


Figura 3

Promedio de contaminación del aire por partículas en cada país

Fuente. Adaptado de (Herrera et al., 2010).

En este contexto, la mala gestión de las colillas del cigarrillo ha llevado a diversas iniciativas para mitigar el impacto ambiental que generan estas. Por ejemplo, en algunas ciudades se han implementado programas para la recolección y procesos de reciclaje para estas colillas transformándolas en productos útiles como materiales de construcción o artículos de oficina. Estas estrategias buscan reducir la contaminación y promover una mayor conciencia ambiental en las diferentes poblaciones, por el hecho que se ha comprobado que una sola colilla puede contaminar hasta 50 litros de agua debido a los compuestos químicos que libera (López et al., 2020).

5.4.3. Tabaco y contaminación del aire

Respirar aire contaminado puede ser tan perjudicial para la salud como fumar cigarrillo. Según un estudio publicado en *R. Saude Publica* (2015), la contaminación del aire tiene efectos nocivos comparables a los del tabaquismo, afectando gravemente el sistema respiratorio y cardiovascular (Martínez-López & Díaz-Valencia, 2015). De hecho, algunos profesionales de la salud comparan directamente los daños que produce el aire contaminado con los ya conocidos y documentados por el consumo de tabaco en el organismo.

El cigarrillo o también conocido como tabaquismo es reconocido como un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades respiratorias crónicas y distintos tipos de cáncer, como de pulmón, nariz, boca, orofaringe, hipofaringe, laringe, esófago, estómago, páncreas, hígado, colon, cuello uterino y leucemia mieloide (Martínez y Díaz, 2015); además, el uso del tabaco es una de las principales causas del infarto agudo al miocardio, el cual se incrementa hasta tres veces, con una incidencia que puede alcanzar entre el 5 % y el 6 %. A su vez, otras enfermedades causadas por el consumo del cigarrillo, es la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), una condición de gran preocupación en Colombia, cifras como 6,2 % en Barranquilla y 13,5 % en Medellín, según registran Martínez y Díaz (2015), sin embargo, estas enfermedades son posibles detectarlas en etapas iniciales, lo que permite una intervención clínica oportuna. Sin embargo, tanto el consumo de cigarrillo como la exposición a ambientes contaminados, sigue siendo una amenaza significativa para la salud pública que requieren una mayor atención, educación y políticas de prevención efectiva.

5.4.4. Contaminación por colillas del cigarrillo y su impacto ambiental

Según estudios realizados por la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN) (De Cigarrillos, 2019), se estima que aproximadamente que el 70% de los 15 mil millones de cigarrillos que se consumen diariamente en el mundo son desechados en el medio ambiente, es decir, que equivale a alrededor de 4,5 billones de colillas de cigarrillos arrojados cada año, lo que genera un fuerte impacto sobre los ecosistemas.

Por lo tanto, algunos gobiernos han adoptado estrategias como prohibiciones específicas y la imposición de multas a quienes arrojen colillas al suelo (De Cigarros, 2019), un ejemplo de gestión ambiental es el de Municipalidad de Pucón, Chile, que instaló 20 recolectores de colillas de cigarrillos en espacios públicos. Estas colillas son tratadas por la empresa *IMEKO*, que las transforma en ecoproductos como posavasos, lentes de sol y artículos de escritorio, contribuyendo mitigar el impacto.

Estas investigaciones han demostrado que tanto la salud humana como la del medio ambiente se ven afectadas por estas colillas desechadas. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) señala que los volúmenes del tabaco producido y consumido en el mundo dependen de la demanda, determinados por los ingresos y tamaño de la población, (De Cigarros, 2019), es decir que, a mayor consumo de cigarrillo, mayor demanda de tabaco como materia prima esencial. La producción mundial de tabaco aumentó de 4,2 millones de toneladas en 1971 a 6,9 millones de toneladas entre 1998 y 2000, alcanzando 7,1 millones en 2010 según BCN (2019), en 2019 la Organización Mundial de la Salud (OMS) informó que el tabaco mata a la mitad de sus consumidores, y que 1,2 millones de personas fallecen anualmente por exposición involuntaria al humo.

El programa nacional de Control de Tabaco del Ministerio de Salud de Argentina, el 97 % de los cigarrillos que se consumen a nivel mundial tienen filtro, y de estos, más del 80 % están hechos con acetato de celulosa (De Cigarros, 2019), estos filtros actúan concentrando sustancias tóxicas como nicotina, hidrocarburos poli aromáticos, alquitrán, arsénico, plomo y otros metales pesados, pues un estudio de la Universidad de San Luis, Argentina, reveló que tanto los filtros como el humo contienen altos niveles de cadmio. Respecto a la degradación, se estima que las colillas tardan entre 18 meses y 10 años en descomponerse, estudios hechos en la costa de Virginia, Estados Unidos, se encontró que el 80 % de los residuos recolectados en ciertos sectores de la playa correspondían a colillas de cigarrillo, siendo el más común en estas costas, (De Cigarros, 2019).

Además, se ha demostrado que los cigarrillos sin fumar resultan más tóxicos que las colillas ya fumadas, en ambientes acuáticos, los metales pesados contenidos en las colillas como aluminio, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, manganeso, níquel, estroncio, titanio y zinc pueden liberarse en soluciones con pH de 4 a 6 tras exposición de 1 a 34 días, posteriormente, un mes después, se detectaron especialmente bario, hierro, manganeso y estroncio, generando puntos críticos de contaminación, y aunque el plomo, titanio y zinc no mostraron variaciones en sus concentraciones, son considerados altamente peligrosos por su toxicidad (Rivera Olavio & Palacios Moreno, 2025)

Frente a esta problemática, se han desarrollado campañas y programas para un manejo responsable de estos residuos. Un ejemplo es la campaña de “Chaocolillas”, promovida por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA), que busca concientizar a la ciudadanía, en especial a los consumidores de tabaco, sobre los daños ambientales provocados por las colillas y promover su revalorización (Beltran Carrillo & Caro Cuervo, 2025).

5.4.5. Control normativo del cigarrillo

En Colombia, la Ley 1335 de 2009, conocida como Ley Antitabaco, establece un marco normativo que regula el consumo, la venta, la publicidad, el etiquetado y la exposición al humo del tabaco, con el fin de proteger a los menores de edad y población no fumadora. Además, la implementación de la estrategia MPOWER (Monitoring, Protect, Offer, Warn, Enforce, Raise) en Colombia se apoya en estos lineamientos legales y refuerza su aplicación mediante políticas educativas, programas de cesación, aumento de impuestos, advertencias sanitarias más visibles y prohibición total de publicidad. Esta normativa se fundamenta en las directrices del Convenio Marco para el Control del Tabaco de la OMS, incorporado al derecho colombiano mediante la Ley 1109 de 2006. (Tellez, et al. 2019)

La ley crea ambientes 100 % libres de humo, además prohíbe cualquier forma de publicidad, promoción o patrocinio de tabaco, regula la venta por unidad y prohíbe su comercialización a menores de edad, exigiendo una señalización explícita en los puntos de venta. Las autoridades deben ejecutar inspección, vigilancia y control, y pueden imponer sanciones significativas por incumplimiento. (Congreso de la República de Colombia, 2009).

Esta regulación tiene implicaciones sociocientíficas al posicionar el cigarrillo como un problema colectivo, es decir que, no sólo afecta la salud individual, sino que también compromete la calidad ambiental de espacios públicos, vulnera el derecho a respirar aire puro y remite el debate sobre la justicia social y la formación ciudadana, por lo tanto, el cigarrillo deja de ser un objeto de consumo autónomo y se convierte en un fenómeno regulado, sujeto a control educativo, social y legal. (Ministerio de Salud, 2014)

5.4.6. Estrategia MPOWER y el control del tabaquismo en Colombia

La lucha contra el tabaquismo en Colombia se basa dentro de los compromisos internacionales adquiridos a través del Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco, ratificado mediante la Ley 1109 de 2006. En este contexto, el país ha implementado la estrategia MPOWER, una propuesta de la Organización Mundial de la Salud que reúne seis medidas efectivas de control: Monitor, la cual vigila el consumo y políticas de prevención; Protect, proteger el humo del tabaco; Offer, ofrecer ayuda para dejar de fumar; Warn, advertir de los peligros; Enforce, hacer cumplir la prohibición de publicidad; Raise, aumentar los impuestos al tabaco. Esta estrategia ha demostrado ser una herramienta efectiva para reducir la prevalencia del consumo, especialmente entre jóvenes, al mismo tiempo que se refuerza las políticas públicas de salud y se promueven entornos más saludables (Organización Mundial de la Salud, 2008).

Su incorporación en procesos educativos permite generar una conexión entre ciencia, ciudadanía y política pública, enriqueciendo la enseñanza de la química desde problemáticas sociales reales. En este sentido, abordar el tabaquismo desde la estrategia MPOWER no sólo contextualiza el conocimiento científico, sino que fomenta una reflexión ética sobre el derecho colectivo sobre la salud y el ambiente libre de contaminación por humo y colillas.

5.5. Enfoque químico del problema del cigarrillo

5.5.1. Composición química y física del cigarrillo

Los cigarrillos son un producto que contienen una mezcla de sustancias tanto químicas y físicas, con una finalidad de consumo y adicción. Desde un punto de vista físico, el cigarrillo está compuesto por tabaco, que es la materia esencial del producto, encontrado en forma de hebras finamente cortadas que han sido curadas y fermentadas para mejorar el sabor y el contenido de nicotina. También se le agregan unos aditivos como azúcares y algunos saborizantes para mejorar el sabor; una vez listo el tabaco, se envuelve en un papel especial que regula la combustión.

Algunas marcas usan un papel con perforaciones microscópicas que regulan la entrada y salida del aire; sin embargo, también puede ser tratado con productos químicos para controlar la velocidad del quemado (Esguerra Cantillo, 2024). Cabe resaltar que la mayoría de los cigarrillos comerciales incluyen un filtro con fibras de acetato de celulosa, el cual es un polímero sintético encargado de retener partículas de humo. Aunque en algunos casos se agregan aditivos como carbón activado para modificar la composición de humo y reducir sabores desagradables al organismo, es importante aclarar que el filtro no elimina las sustancias tóxicas; y, para unir el papel con los filtros y el tabaco, además de mantener su forma habitual, se usan adhesivos a base de almidón, donde también existen aditivos para la mejora del sabor, regulación de humedad o modificación de la combustión del tabaco (Cuacés-Ipiales et al., 2024).

Desde un punto de vista químico, la composición se centra en el humo del tabaco, el cual contiene alrededor de 70 compuestos identificados como carcinógenos. Entre ellos está la nicotina, que es un alcaloide encargado de la adicción al tabaco. Aunque este componente no es considerado un carcinógeno, sí es altamente adictivo y afecta directamente el sistema cardiovascular (American Cancer Society, s.f.). También se encuentra el monóxido de carbono, un gas que se une a la hemoglobina de la sangre y reduce la capacidad del cuerpo para transportar oxígeno, lo cual también aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Por otra parte, está el alquitrán, que es una mezcla de sustancias químicas que, al

inhalarsse, se depositan en los pulmones y conllevan a diversos tipos de cáncer (Smith et al., 2004).

Otra sustancia encontrada es el amoníaco, que es usado en la fabricación de cigarrillos para absorber la nicotina, lo que potencia su efecto adictivo. Asimismo, se identifican metales pesados como cadmio y plomo, los cuales presentan un efecto tóxico y carcinogénico (Cuacés-Ipiales et al., 2024). En algunos productos, se han encontrado sustancias radiactivas como el polonio-210, presentes en hojas de tabaco que, por ende, contribuyen al riesgo de cáncer en los fumadores (American Cancer Society, s.f.). Sin embargo, los cigarrillos también contienen otros componentes como aditivos de azúcar, cacao o diferentes agentes saborizantes que, al momento de quemarse, generan sustancias adicionales que resultan nocivas para la salud (Esguerra Cantillo, 2024)).

5.5.2. Integración de aprendizaje de la química por el análisis químico del cigarrillo

La integración del análisis químico en el cigarrillo al aprendizaje de la química nos puede ofrecer una oportunidad para que los estudiantes analicen y comprendan las implicaciones de las diferentes sustancias toxicas que contiene este producto y como afecta la salud humana. Al realizar un análisis del tabaco y el humo, los estudiantes pueden identificar compuestos tóxicos y carcinógenos, lo que les permitirá desarrollar una postura crítica frente al consumo del cigarrillo. esta metodología educativa no solo enriquece el saber científico, también promueve la reflexión sobre hábitos saludables y la prevención del mismo cigarrillo.

Diferentes programas educativos han implementado estrategias para la prevención del tabaco en entornos escolares, como por ejemplo el programa de educación y pretensión del uso de tabaco (TUPE) en california estados unidos, este programa brinda apoyo y capacitación a diferentes escuelas para desarrollar políticas libres de tabaco y educar a los estudiantes sobre los distingos riesgos asociados al consumo (Eduardo Santa Cruz, 2022). Por otro lado, en España se han realizado programas intensivos de prevención contra el el tabaco los cuales han sido elaborados por la comunidad educativa que están dirigidos a alumnos de secundaria, con el objetivo de reducir el consumo de tabaco entre los jóvenes (Jiménez-Ruiz et al., 2021).

No obstante, la educación química centrada en análisis de productos de consumo, como lo es en este caso el cigarrillo, facilita la comprensión de conceptos científicos aplicados a situaciones reales. Dicha aproximación contextualizada permite a Los estudiantes reconocer la relevancia de la química en la vida cotidiana y fomenta así una actitud crítica y reflexiva. Al conocer la composición y los efectos de las sustancias nocivas presentes en el tabaco los estudiantes están mejor preparados conceptualmente para la toma de decisiones informadas sobre su salud y bienestar.

Además, implementar programas educativos que abordan el análisis químico del cigarrillo puede contribuir a la disminución de la prevalencia del tabaquismo en la población joven del país, la evidencia hace una sugerencia donde explica que la educación temprana sobre los riesgos asociados al consumo del tabaco es efectiva para prevenir la iniciación de fumar. Por ejemplo, el Programa de Prevención de Tabaco del Departamento de Servicios de Salud de Texas ha educado más de 200,00 jóvenes y 48,000 adultos sobre los peligros del consumo del tabaco y las formas de participar en los distintos programas de prevención en sus comunidades (Dube et al., 2010).

La integración del análisis químico del cigarrillo en la educación química universitaria representa una estrategia efectiva para promover una postura crítica en los estudiantes frente al consumo de tabaco. Esta aproximación educativa no solo enriquece el aprendizaje científico, sino que también contribuye a la formación de individuos conscientes de los riesgos asociados al tabaquismo, fomentando hábitos de vida saludables y la prevención de enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco.

5.6. Enfoque CTSA articulado con la gamificación

Se favorece la motivación de los participantes, así como su participación y construcción de saberes. Esto es relevante en la formación inicial de profesores de química, donde los futuros docentes requieren espacios de reflexión sobre problemas reales de contexto educativo y social. Entre los problemas se encuentra el consumo del cigarrillo, fenómeno presente en diversos entornos de vida y que demanda asumir posiciones ético-morales, culturales, sociales y ambientales (Cajas, 2001; García y Parga, 2017).

Desde esta perspectiva, la estrategia diseñada integra elementos lúdicos, procesos de indagación, toma de decisiones, resolución de problemas y reflexión situada, principios que son coherentes con un enfoque CTSA crítico (Acevedo, 2004; Valderrama, 2012), entonces, esta articulación no sólo aporta a la apropiación de saberes científicos, sino que también promueve el desarrollo de una conciencia crítica frente al consumo del cigarrillo, entendida como la capacidad de analizar las implicaciones en la salud, ambiente, sociedad (MEN, 2004; Soler, 2019). De esta manera, la gamificación se convierte en un medidor pedagógico que potencia la participación y el compromiso, fortaleciendo el aprendizaje significativo y contextual de los futuros docentes.

6. METODOLOGÍA

La presente investigación se centra en un enfoque cualitativo con respectiva interpretativa, donde se entiende que los significados sociales no son estáticos ni universales, sino que surgen gracias a las experiencias, contextos y culturas de los partícipes sociales (Vasilachis, 2006), se parte de la comprensión del mundo social como una construcción activa de los sujetos, donde el investigador también forma parte del proceso como intérprete comprometido con las ideas u opiniones de los participantes.

De igual manera, este estudio está relacionado con un estudio de caso instrumental (Stake, 2013), debido a que busca comprender en profundidad un fenómeno educativo específico, en este sentido, la apropiación de saberes científicos y ciudadanos por medio de una estrategia gamificada basada en CSCA. Para ello, se realizará un con texto real de formación docente universitaria, dentro de un espacio académico de la Licenciatura en Química.

En concordancia con Vasilachis (2017), la investigación se caracteriza por ser flexible, adaptable y abierta a las dinámicas emergentes del proceso, por ende, no se parte de algunas hipótesis rígidas, sino de pregunta orientadoras y categoría abierta a renovar. La diversidad de realidades subjetivas será comprendida a través de estrategias metodológicas que privilegien la voz de los participantes, su experiencia e interpretación dentro del aula.

Para ello, se usó múltiples técnicas de recolección de datos para garantizar un buen análisis de la información, entre ellas:

- Encuestas cualitativas con preguntas abiertas que permiten explorar las percepciones, creencias, actitudes y conocimientos previos de los estudiantes frente al cigarrillo, la química, la salud y el ambiente.
- Observación participante es fundamental durante el desarrollo de la estrategia didáctica, ya que registra las interacciones, participaciones y producciones en momentos de gamificación.
- Análisis de productos de aprendizaje, entre ellos se encuentran los juegos diseñados, reflexiones escritas, mapas mentales, entre otros, que sean elaborados por los participantes como parte de las actividades.

El análisis de la información se realizó mediante la categorización inductiva y análisis temático (Bardin, 1991), considerando la corroboración de fuentes y técnicas. Para ello, se buscará identificar patrones, metáforas y regulaciones entre las categorías y trayectorias de apropiación, manejando la integración de dimensiones conceptuales, actitudinales, críticas y ciudadanas.

El enfoque metodológico cualitativo, permite considerar el planteamiento de la enseñanza de las ciencias surgido por controversias próximas al contexto del estudiante, con la finalidad de generar aprendizaje significativo y reflexivo. Entonces, el uso del cigarrillo posibilita trabajar la química no sólo desde una mirada científica, sino ética, ambiental y política. Esta metodología basada en una versión crítica y situada permite explorar con profundidad cómo los futuros docentes reinterpretan el conocimiento científico desde el marco de una propuesta pedagógica y transformadora (Moreira & de las Mercedes Giadas, 2021).

6.1. Categorías y subcategorías de análisis

En relación con el enfoque cualitativo interpretativo, se definió las siguientes subcategorías para analizar las formas de apropiación, relación y justificación del conocimiento por parte de los docentes en formación de química:

6.1.1. Apropiación del saber científico

Apropiación conceptual: hace referencia al dominio y comprensión significativa de los contenidos químicos relacionados con el cigarrillo, tales como sus componentes tóxicos (nicotina, alquitrán, monóxido de carbono, entre otros), las reacciones de combustión involucradas y los procesos bioquímicos derivados de su metabolismo en el cuerpo humano. La apropiación conceptual requiere una enseñanza que vincule lo disciplinar con lo cotidiano, para lograr comprensión más profunda (Dávila-Rodríguez, 2020).

Apropiación contextual: implica la capacidad del estudiante para aplicar y relacionar los conocimientos químicos adquiridos en situaciones reales, sociales y ambientales de su vida cotidiana. En este caso, el vínculo con el contexto se fortalece al analizar el impacto del tabaquismo en su comunidad universitaria. La ciencia debe ser enseñada desde contextos significativos que dialoguen con la experiencia del estudiante para fomentar una comprensión situada del saber (Delgado & Blanco, 2022).

Apropiación crítica: hace referencia a la habilidad de cuestionar conocimientos y prácticas que se vuelven monótonas en torno al consumo de cigarrillo, problematizando sus implicaciones en salud, ambiente, sociedad y cultura. Esta dimensión se asocia a la capacidad de los futuros docentes para desestabilizar representaciones hegemónicas mediante el análisis científico y argumentado. De acuerdo con Sadler (2004), las controversias sociocientíficas favorecen procesos de razonamiento informal que promueven la crítica y el juicio (García, 2019).

6.1.2. Apropiación del saber ciudadano

Conciencia ética: hace referencia al desarrollo de una sensibilidad hacia las consecuencias del consumo de cigarrillo, no solo a nivel personal, sino también

colectivo. Incluye la valoración del derecho a la salud, al ambiente y el reconocimiento de la ciencia como herramienta para el bienestar. La educación ambiental y en valores debe guiarse por principios como el bien común, la compasión y la responsabilidad compartida con una finalidad clara, en este caso es reconocer el cigarrillo como controversia(Bermúdez, 2016).

Responsabilidad ambiental: implica la comprensión del impacto de los residuos del cigarrillo, especialmente las colillas, sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la reflexión sobre las prácticas individuales y colectivas que pueden mitigar este daño. Como plantea la OPS (2021), el cigarrillo es uno de los mayores contaminantes urbanos, y su gestión implica también una dimensión educativa(Salud, 2020).

Participación crítica: se refiere a la disposición de tomar postura frente a los discursos de la industria del tabaco, la normatividad sobre el consumo, y las prácticas culturales asociadas al fumar. Esta subcategoría apunta a la formación de ciudadanía activa y argumentada para la toma de decisiones que destacan que las controversias sociocientíficas son una vía para formar sujetos que se posicionan críticamente frente a los desafíos globales(Ramos et al., 2021).

6.1.3. Apropiación didáctica

Apropiación metodológica: hace relación con la comprensión, valoración y disposición para aplicar estrategias pedagógicas innovadoras, como la gamificación y el uso de controversias, en la enseñanza de la química. Martínez et al. (2023) señalan que estas metodologías favorecen aprendizajes más comprometidas y las cuales desarrollan competencias ciudadanas y científicas simultáneamente en los estudiantes que en este caso son los docentes en formación inicial (Martínez, 2014).

Apropiación reflexiva: consiste en el análisis de las propias concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la química, así como en la posibilidad de transformarlas en función de las experiencias vividas en el aula, esta dimensión implica pasar de una enseñanza reproductiva a una enseñanza situada, ética y transformadora (Urrego-Estrada et al., 2021).

Apropiación innovadora: alude a la capacidad de diseñar materiales y propuestas didácticas contextualizadas, creativas y coherentes con el enfoque de controversias y gamificación, destacando que la innovación pedagógica requiere integrar conocimiento disciplinar, sensibilidad social y visión crítica del rol docente (Lara Moreno, 2023).

6.2. Fases de la investigación

Con base en el enfoque cualitativo y en relación con la lógica interpretativa de esta investigación, se propusieron las siguientes fases metodológicas:

6.2.1. Planeación y contextualización

Revisión de antecedentes teóricos y metodológicos sobre el cigarrillo y desde el enfoque CTSA, la gamificación y la apropiación de saberes.

Delimitación del problema, pregunta y objetivos de investigación.

Elaboración del diseño metodológico y validación ética del proyecto.

Caracterización del grupo participante (estudiantes de formación inicial docente en química).

6.2.2. Diagnóstico inicial

Aplicación de encuestas cualitativas con preguntas abiertas para explorar concepciones previas, actitudes, creencias y conocimientos sobre el cigarrillo, qué relación tiene con la salud, el ambiente y la enseñanza de la química.

Análisis preliminar de la información recolectada para ajustar el diseño de la estrategia didáctica con las CSC.

6.2.3. Diseño e implementación de la estrategia didáctica

Construcción de una estrategia didáctica gamificada centrada en el cigarrillo como objeto problemático de salud y medio ambiente.

Planeación de actividades que integren contenidos químicos, algunos análisis para determinar sustancias en el cigarrillo, reflexión ética y herramientas lúdicas.

Implementación de la estrategia didáctica en el aula con acompañamiento del investigador.

Registro de observaciones, interacciones y producciones estudiantiles.

6.2.4. Recolección y análisis de la información

Recolección de productos de aprendizaje: reflexiones escritas, mapas mentales, propuestas de prevención y materiales diseñados por los docentes en formación.

Realización de entrevistas semiestructuradas y grupos focales para profundizar en los sentidos construidos por los participantes.

Análisis cualitativo de los datos a través de categorización temática y triangulación.

Identificación de patrones, contradicciones, transformaciones y formas de apropiación del saber.

6.2.5. Sistematización y comunicación de resultados

Elaboración de matrices de análisis y síntesis narrativa de los hallazgos por categoría.

Redacción del informe final de investigación.

Socialización de los resultados con los participantes y la comunidad académica.

Reflexión crítica sobre las implicaciones pedagógicas, sociales y formativas del proceso.

Estas fases, se presentan de forma secuencial, pero a su vez pueden ser flexibles y llegar a superponerse o adaptarse durante el desarrollo del trabajo, en consonancia con los principios de la investigación cualitativa (Vasilachis, 2017).

La siguiente rúbrica tiene como objetivo evaluar el desarrollo de la metodología propuesta, donde se considera las fases del proceso, saberes científicos involucrados y las características del ciclo de estrategias didácticas CSCA. Es importante aclarar que, cada criterio permitirá valorar de manera integral la planificación, ejecución y reflexión de la estrategia implementada (tabla 2).

Tabla 2

Rúbrica de apropiación de saberes

Características de la gamificación	Saberes científicos			Gamificación
	científicos	Ciudadanos	Didácticos	
Caracterización				
Discurso o argumentos de inicio de la estrategia (opiniones)				
Desarrollo de la estrategia				
Posturas relacionadas juegos				
Análisis de noticias				
Asumir roles				
Laboratorios				
Visita expertos				
Cierre estrategia				

Nota. Elaboración propia (2025).

La estrategia se enfoca en el diseño e implementación de una experiencia gamificada que aborde problemáticas relacionadas con la salud, aspectos socioculturales e impacto ambiental del consumo del cigarrillo.

- la toxicidad de sus compuestos químicos,
- el impacto ambiental de las colillas,
- el derecho a fumar vs salud pública,

- el papel de la industria tabacalera y la regulación estatal.

La estrategia incorpora elementos lúdicos como misiones, retos, personajes, tarjetas, narrativas que no sólo fomentan la participación, sino que facilitan un enfoque reflexivo y crítico sobre los temas relacionados, desde una perspectiva tanto química como ciudadana.

5. Técnicas de recolección de información

Para dar cumplimiento al objetivo 3, se emplearán las siguientes técnicas:

- **Diarios reflexivos:** escritos voluntarios o guiados en los que los estudiantes expresan sus ideas, emociones, posturas y aprendizajes tras cada sesión.
- **Registros de audio o video:** durante las actividades de la estrategia, para captar interacciones, argumentaciones y toma de decisiones.
- **Grupos focales:** al finalizar la estrategia, para discutir colectivamente los aprendizajes construidos.
- **Producciones didácticas o juegos creados:** como evidencia de apropiación conceptual y ciudadana a través del diseño creativo.

Técnicas de análisis

Se realizará un **análisis de contenido cualitativo**, siguiendo a Bardin (2011), que incluye:

- **Pre-análisis:** lectura flotante de los datos recogidos.
- **Codificación abierta** con base en las categorías establecidas.
- **Análisis temático y categorial:** agrupando y comparando las expresiones de los estudiantes según su nivel de apropiación crítica y transformación.

El análisis se orientará por una **perspectiva hermenéutica-crítica**, interpretando los significados construidos por los estudiantes en diálogo con los referentes teóricos del enfoque CTSA, la educación ambiental y la formación crítica docente.

Categorías y subcategorías de análisis

Tabla 3

Categoría y subcategoría de análisis

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS
Gamificación como mediación pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> - Participación y motivación - Argumentación en contextos lúdicos - Uso creativo de recursos didácticos con sentido crítico
Apropiación crítica de saberes científicos y ciudadanos	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión contextualizada de conceptos químicos - Posicionamiento ciudadano y reflexivo - Diseño o aplicación de propuestas didácticas con sentido social
Reconstrucción crítica de creencias sobre el cigarrillo	<ul style="list-style-type: none"> - Representaciones socioculturales del consumo - Cambio actitudinal frente a prácticas normalizadas. - Reflexión crítica sobre presión social y cultural del tabaquismo
Desarrollo de juicio crítico y deliberación argumentativa	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación crítica de información y discursos sociales. - Análisis ético de consecuencias individuales y colectivas - Toma de decisiones sustentadas en evidencias científicas y valores ciudadanos
Comprensión política y regulatoria del consumo de cigarrillo	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento del papel del estado y políticas públicas - Tensiones entre derechos individuales, salud pública y medio ambiente. - Crítica a intereses económicos e industriales en torno al tabaco.
Innovación didáctica y construcción de alternativas transformadoras	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de soluciones socioambientales desde la química - Propuestas educativas con enfoque crítico y ciudadano - Aplicación creativa de saberes en contextos reales

Nota. Elaboración propia (2025).

Con el propósito de examinar de manera sistemática la información recolectada durante la aplicación de la estrategia didáctica gamificada con enfoque CTSA, se elaboró una matriz de indicadores de análisis. Esta matriz permitió organizar, clasificar e interpretar las evidencias obtenidas a partir de distintos instrumentos como producciones estudiantiles, argumentaciones escritas y ensayos reflexivos.

La matriz articula cuatro dimensiones de apropiación del saber: científico, ciudadano, didáctico y CTSA, cada una subdividida en categorías y subcategorías que orientan la lectura cualitativa de los datos. Para cada dimensión se establecieron indicadores específicos, las evidencias a analizar, instrumentos de

recolección a emplear y criterios de análisis CTSA/gamificación, junto con la interpretación esperada según los niveles de apropiación de saberes.

De esta forma, la matriz se convierte en un eje principal para la organización de análisis, permitiendo de tal forma identificar de qué manera los estudiantes apropian conceptos, actitudes, prácticas científicas, ciudadanas y pedagógicas dentro de la secuencia didáctica. Asimismo, facilita la triangulación entre los diferentes tipos de datos de la reflexión docente-investigador frente a procesos de enseñanza y aprendizaje que aparecen en el aula.

Tabla 4

Matriz de indicadores para apropiación de saberes

Categoría de análisis	Subcategorías observables	Indicadores de análisis	Evidencias	Instrumento de recolección	Criterios CTSA/Gamificación	Interpretación esperada
A. Apropiación saber científico	1. Conceptual 2. Contextual 3. Crítica	-Relaciona conceptos químicos (combustión, enlaces, metales pesados, nicotina, entre otros) con problemática del cigarrillo. - Explica experimentalmente fenómenos químicos y su impacto en la salud y ambiente. - Cuestiona la función social de la ciencia frente a la industria tabacalera.	Diarios de laboratorio, reflexiones escritas, transcripciones de roles.	Diario de laboratorio, rúbrica de argumentación, observación participante.	Ciencia: comprensión del fenómeno. Tecnología: uso de instrumentos (AAS, reacciones orgánicas) Sociedad: implicaciones éticas del consumo. Ambiente: contaminación por colillas y humo.	Evidencia de tránsito desde la memorización hacia la comprensión contextual y crítica del conocimiento químico.

Categoría de análisis	Subcategorías observables	Indicadores de análisis	Evidencias	Instrumento de recolección	Criterios CTSA/Gamificación	Interpretación esperada
B. Apropiación saber ciudadano	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conciencia ética. 2. Responsabilidad ambiental. 3. Participación crítica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muestra sensibilidad frente a los efectos del cigarrillo en salud y ambiente. - Propone alternativas o campañas de prevención. - Toma postura argumentada frente a dilemas sociales (libertad vs. salud pública). 	Storytelling final, foros en Padlet, argumentación.	Transcripción de audiencia pública, grupos focales.	<p>Sociedad: valoración del bien común.</p> <p>Ambiente: responsabilidad ecológica.</p> <p>Ciudadanía: compromiso participativo.</p>	Transformación actitudinal y ética; el estudiante pasa de espectador a ciudadano activo que argumenta con base científica.
C. Apropiación didáctica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metodológica. 2. Colaborativa. 3. Innovador. 4. Motivación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Participa activamente en misiones. - Colabora en la resolución de problemas y análisis de datos experimentales. - Integra lo lúdico con la argumentación y el análisis químico. - Muestra progreso o retroalimentación positiva en la narrativa gamificada. 	Productos gamificados (juegos, misiones, insignias), portafolio final.	Rúbrica de innovación pedagógica, observación del docente investigador.	<p>Tecnología: diseño de recursos interactivos.</p> <p>Sociedad: pertinencia educativa.</p> <p>Ambiente: enfoque ético del recurso.</p>	Indicios de apropiación del rol docente reflexivo e innovador, capaz de enseñar química.
D. Integración CTSA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprensión del enfoque 2. Reflexión ética. 3. Toma de decisiones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica actores (industria, estado, ciudadanos, ambiente). - Analiza tensiones entre ciencia, ética y autonomía. - Formula propuestas críticas basadas en evidencias. 	Ensayos reflexivos.	Argumentación.	<p>Ciencia: análisis de datos y evidencias.</p> <p>Tecnología: relación con el control industrial.</p> <p>Ambiente: contaminación y prevención.</p>	Nivel de pensamiento crítico y transferencia del conocimiento a contextos reales y educativos.

Nota. Elaboración propia (2025).

Con el fin de valorar de manera cualitativa los niveles de apropiación alcanzados por los estudiantes durante la implementación de la estrategia didáctica con enfoque

CTSA, se diseñó una escala de análisis reflexivo conformada por cuatro categorías de desarrollo: incipiente, en desarrollo, logrado y avanzado.

Dicha escala, permitió integrar la progresión de los aprendizajes y actitudes de los estudiantes frente a saberes científicos, ciudadanos, didácticos y de CTSA, a partir del análisis del discurso y de la creación generada durante cada sesión. Su aplicación facilitó la evaluación integral del proceso formativo, reconociendo no sólo resultados conceptuales, sino transformaciones en la comprensión, argumentación, participación y reflexión crítica. Por lo tanto, la escala se constituyó en un instrumento interpretativo que sirvió para ubicar las evidencias de aprendizaje dentro de un continuo de apropiación, permitiendo al docente-investigador establecer comparaciones entre sesiones, identificar avances y proponer mejoras en la mediación didáctica.

Tabla 5

Escala de valoración cualitativa y descripción

Escala de valoración cualitativa	Descripción
Incipiente (I)	El estudiante evidencia comprensión o participación mínima; requiere acompañamiento constante.
En desarrollo (D)	Se observa progreso parcial; el estudiante relaciona algunos conceptos o actúa con guía del docente.
Logrado (L)	Demuestra dominio conceptual o actitudinal sólido; aplica saberes de manera pertinente y autónoma.
Avanzado (A)	Integra saberes científicos, éticos y ciudadanos en contextos nuevos; reflexiona críticamente y propone acciones.

Nota. Elaboración propia (2025).

Sin embargo, para valorar de manera más precisa los procesos de apropiación de saberes promovidos por la estrategia gamificada con enfoque CTSA, se diseñaron rúbricas específicas que permitieron observar el desarrollo de cuatro dimensiones fundamentales: científico, ciudadano, didáctico y CTSA.

Cada rúbrica se construyó a partir de indicadores definidos de la matriz de análisis y de la escala de análisis reflexivo, incorporando elementos teóricos del enfoque CTSA, la gamificación educativa y la evaluación formativa en contextos de enseñanza de las ciencias. Estas rúbricas se convirtieron en instrumentos de interpretación cualitativa, orientados a identificar cómo los estudiantes comprenden, aplican y resignifican los saberes científicos y ciudadanos, y cómo logran transferirlos a situaciones reales o contextualizadas. A su vez, permiten conocer la evolución del pensamiento crítico, la argumentación y la reflexión sobre la práctica científica y social durante la estrategia didáctica.

Las rúbricas fueron estructuradas en cuatro niveles de apropiación, que reflejan el avance progresivo en los aprendizaje y actitudes de los estudiantes:

- Incipiente: El estudiante demuestra una comprensión inicial y fragmentada de los saberes. Sus aportes son descriptivos, con poca relación entre conceptos científicos y los contextos sociales y ambientales. La participación es limitada, al igual que su argumentación.
- En desarrollo: Se evidencian avances en la comprensión y aplicación de los conceptos. El estudiante comienza a establecer una relación entre la ciencia y el entorno, aunque se requiere acompañamiento para fortalecer la argumentación y reflexión crítica.
- Logrado: El estudiante comprende los saberes científicos y ciudadanos, aplicándolos de manera coherente, y participando en actividades colaborativas. Muestra una actitud reflexiva frente a problemáticas reales y propone soluciones contextualizadas.
- Avanzado: Se observa una apropiación integral y crítica de los saberes. El estudiante articula conceptos científicos, sociales, éticos y ambientales en sus argumentos, evidencia autonomía y contribuye al aprendizaje colectivo mediante propuestas innovadoras y reflexivas.

Tabla 6

Rúbrica apropiación del saber científico

Apropiación del saber científico						
Subcategoría	Indicador de análisis	Evidencia	Instrumento de recolección	Criterios CTSA	Nivel de logro (I-D-L-A)	Interpretación docente-investigador
Conceptual	Relaciona conceptos químicos con la problemática del cigarrillo (combustión, enlaces, metales pesados, nicotina)					
Contextual	Explicación de fenómenos químicos y su impacto en salud y ambiente.					
Crítica	Cuestiona la función social de la ciencia frente a la industria tabacalera.					

Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 7**Rúbrica apropiación del saber ciudadano**

Apropiación del saber ciudadano						
Subcategoría	Indicador de análisis	Evidencia	Instrumento de recolección	Criterios CTSA	Nivel de logro (I-D-L-A)	Interpretación docente-investigador
Conciencia ética	Muestra sensibilidad frente a los efectos del cigarrillo en salud y ambiente.					
Responsabilidad ambiental	Propone alternativas o campañas de prevención y acción.					
Participación crítica	Toma postura argumentada frente a dilemas sociales.					

Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 8**Rúbrica apropiación del saber didáctico**

Apropiación del saber didáctico						
Subcategoría	Indicador de análisis	Evidencia	Instrumento de recolección	Criterios CTSA	Nivel de logro (I-D-L-A)	Interpretación docente-investigador
Metodológica	Participa activamente en misiones.					
Colaborador	Colabora en la resolución de problemas y análisis de datos experimentales.					
Innovador	Integra lo lúdico con la argumentación y el análisis químico.					
Motivación	Muestra progreso o retroalimentación positiva en la narrativa gamificada.					

Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 9**Rúbrica apropiación del saber CTSA**

Apropiación del saber CTSA						
Subcategoría	Indicador de análisis	Evidencia	Instrumento de recolección	Criterios CTSA	Nivel de logro (I-D-L-A)	Interpretación docente-investigador
Comprensión del enfoque	Muestra sensibilidad frente a los efectos del cigarrillo en salud y ambiente.					
Reflexión ética	Propone alternativas o campañas de prevención y acción.					
Toma de decisiones	Toma postura argumentada frente a dilemas sociales.					

Nota. Elaboración propia (2025).

6.3. Recursos tecnológicos

En la implementación de la estrategia se emplearon diversas herramientas digitales de acceso libre, entre ellas Canva (versión gratuita), Genially, Kahoot, Quizizz y varias páginas web abiertas que permitieron complementar los retos propuestos en cada uno de los mundos diseñados dentro de la narrativa gamificada.

Canva se utilizó para el diseño de los elementos visuales de la estrategia, tales como tarjetas de misión, tableros de progreso, insignias, recursos gráficos y apoyos conceptuales que estructuraron la experiencia de juego. A su vez, Genially, Kahoot y Quizizz facilitaron la construcción de escenarios interactivos, la creación de rutas narrativas dinámicas y el desarrollo de actividades gamificadas con retroalimentación inmediata, lo cual fortaleció la motivación, el compromiso y la participación del estudiantado.

La selección de estas herramientas respondió a su coherencia con los principios fundamentales de la gamificación, entre ellos la progresión, la narrativa, el desafío, la retroalimentación constante y el sentido de logro, permitiendo consolidar una experiencia de aprendizaje inmersiva, flexible y centrada en el estudiante.

Finalmente, la estrategia diseñada puede reproducirse en instituciones con distintos niveles de recursos, dado que todos los materiales pueden transformarse en versiones impresas o ajustarse a presentaciones virtuales, garantizando su implementación aun en contextos con acceso tecnológico limitado.

7. Resultados y análisis de resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos a lo largo de la implementación de la estrategia didáctica gamificada con enfoque CTSA, implementada en El espacio académico TEORIAS QUÍMICAS I del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

La caracterización de los estudiantes participantes permitió reconocer la diversidad de opiniones, en cuanto a experiencias previas y percepciones iniciales sobre el cigarrillo como objeto de estudio, así como sus concepciones sobre la relación entre ciencia, salud y ambiente. Esta fase diagnóstica se constituyó en el punto de partida para comprender el contexto formativo en el que se aplicó la secuencia didáctica “Del cigarrillo a la conciencia”, orientada al desarrollo de saberes científicos, ciudadanos y didácticos.

La caracterización evidencia que los 13 estudiantes son jóvenes entre 15 y 21 años, que comparten curiosidad por los fenómenos químicos, pero con niveles diversos de alfabetización científica y experiencias diferenciadas frente al consumo del cigarrillo. Estos datos permitieron ajustar las actividades de la estrategia,

considerando no sólo las condiciones cognitivas, sino también las dimensiones emocionales, éticas y sociales que configuran sus aprendizajes. En este sentido, la caracterización no se limita a un diagnóstico cuantitativo, sino que constituye una lectura comprensiva de los sujetos que aprenden, sus discursos y sus prácticas, permitiendo situar la enseñanza de la química en el ámbito de la vida cotidiana y la cultura juvenil universitaria.

Posterior a la caracterización, se describe el proceso de intervención sesión por sesión, destacando los momentos claves de transformación de los discursos de los participantes: desde las narrativas iniciales sin contenido químico específico (tipo opinión) hacia la construcción de explicaciones científicas, críticas y socialmente responsables. Cada sesión fue analizada a partir de las participaciones en los recursos planteados en la estrategia como las cartas de storytellings, Padlet, canva interactivo. Laboratorios, reflexiones orales y escritas, interpretadas a la vez mediante una matriz de indicadores (tabla 4), que junto a una escala cualitativa de niveles de apropiación (incipiente, en desarrollo, logrado y avanzado), sirvió como herramienta de análisis interpretativa para identificar como los estudiantes avanzaron en la comprensión conceptual, la argumentación ética y la reflexión pedagógica.

Se presenta así, dos momentos principales, uno de caracterización inicial como base del análisis progresivo del discurso, mostrando los aspectos sociodemográficos, las percepciones sobre el cigarrillo y saberes iniciales de los participantes y en un segundo momento, se muestra el análisis progresivo de las sesiones, donde se interpretan las evidencias generadas en la implementación, que muestran como los participantes reconfiguran su pensamiento químico, conciencia ambiental y sentido ético/ciudadano a través de la estrategia diseñada, en coherencia con el enfoque CTSA, el análisis no busca únicamente evidenciar aprendizajes conceptuales, sino comprender como la química se humaniza en el aula al ser vinculada con problemas reales y como la gamificación se convierte en una herramienta de mediación pedagógica y didáctica para promover la reflexión crítica, la creatividad y la formación integral de los futuros profesores de química.

En este sentido, se presentan los resultados organizados cronológicamente, iniciando con la caracterización.

7.1 Resultados

7.1.1. Caracterización

Se realizó una encuesta de caracterización de trece estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, con el fin de obtener una visión exhaustiva de la población estudiantil participante en el marco del proyecto. Durante la caracterización se

integran estadísticas descriptivas, análisis de respuestas abiertas, interpretación contextual, implicaciones pedagógicas y recomendaciones metodológicas. En la sección adicional se presentan las variables en detalle y sugerencias para análisis posteriores.

Se aplicó un cuestionario estructurado en formato electrónico (Google Forms) que incluyó:

- i. Datos sociodemográficos
- ii. Preguntas sobre consumo de cigarrillo (con rutas de salto para fumadores y no fumadores)
- iii. Percepciones y actitudes respecto a la salud, ambiente y uso educativo.

Antes de iniciar el diligenciamiento, fue requerido un consentimiento informado, en el cual todas las respuestas incluyeron la aceptación del tratamiento de datos. Es importante mencionar que, se realizó un tipo de análisis de estadística descriptiva para variables categóricas (frecuencias y porcentajes), complementada con análisis cualitativo de respuestas abiertas mediante extracción de categorías emergentes.

7.1.1.1. Descripción sociodemográfica detallada

7.1.1.1.1. Edad:

Datos Generales
13 respuestas

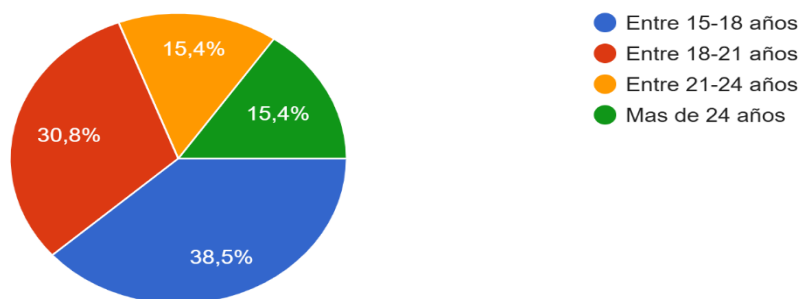


Figura 4

Datos generales de caracterización – Edad

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Entre los 15-18 años se registra el 38,5 % de la población, lo cual corresponde a cinco estudiantes; entre los 18-21 años el 30,8 % de la población correspondiente a cuatro estudiantes del espacio académico; entre los 21-24 años el 15,4 % equivalente a dos estudiantes y, finalmente, dos estudiantes con más de 24 años que son el 15,4 % de los estudiantes.

Esta información concreta a estudiantes en una franja de transición entre la adolescencia y adultez joven (69,3 % entre 15 y 21 años). Este perfil de edad es relevante pedagógicamente porque corresponde a un periodo de consolidación de hábitos (salud, consumo, conflicto de pares) y a una etapa en la que los contenidos químicos relacionados con la salud y ambiente pueden resultar especialmente significativos.

7.1.1.1.2. Género

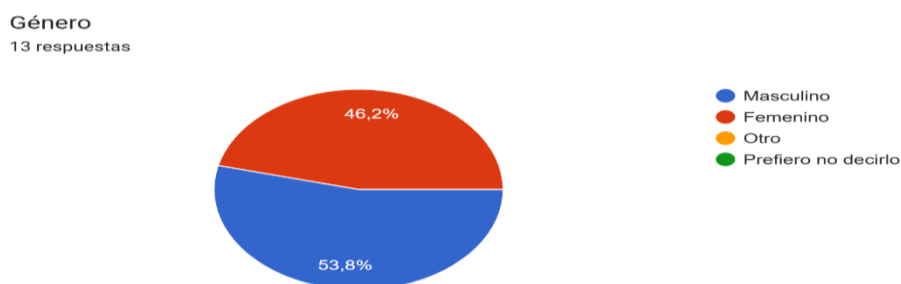


Figura 5

Datos generales de caracterización – Género

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

La encuesta evidencia que el 53,8 % de la población encuestada que corresponden a siete estudiantes son de género masculino, y el restante correspondiente al 46,2 % corresponden al género femenino.

Se evidencia una distribución relativamente equilibrada entre los participantes, lo que refleja una composición mixta y representativa del grupo académico. Esta paridad es relevante porque permite observar percepciones y actitudes sin un sesgo de género marcado, especialmente frente a temas como el consumo del cigarrillo, que históricamente han demostrado diferencias en la prevalencia, la motivación y la percepción del riesgo según el sexo, tal como lo reportan en el Ministerio de Salud (2022) y la Organización Mundial de la Salud (2023).

Desde el punto de vista pedagógico, esta composición equilibrada favorece la implementación de estrategias didácticas participativas y de discusión crítica, en las cuales tanto hombres como mujeres pueden expresar sus opiniones y experiencias en condiciones similares. Asimismo, este balance contribuye a la validación interna de la intervención educativa propuesta, ya que el análisis de las percepciones y

actitudes frente al cigarrillo no se encuentra dominado por una sola representación de género, además, es importante destacar que la participación equitativa permite incorporar perspectivas diversas en torno al aprendizaje de la química. La literatura educativa (Sadler, 2011; Rodríguez y Torres, 2019) ha señalado que la heterogeneidad de los grupos estudiantiles enriquece los procesos de argumentación y favorece el pensamiento crítico, aspectos centrales en la estrategia “Del cigarrillo a la conciencia”.

En síntesis, la caracterización por género de los estudiantes muestra un grupo equilibrado y participativo, lo que favorece la validez del diagnóstico y la pertinencia de las conclusiones que se deriven del trabajo pedagógico.

7.1.1.2. Comportamiento frente al consumo de cigarrillo

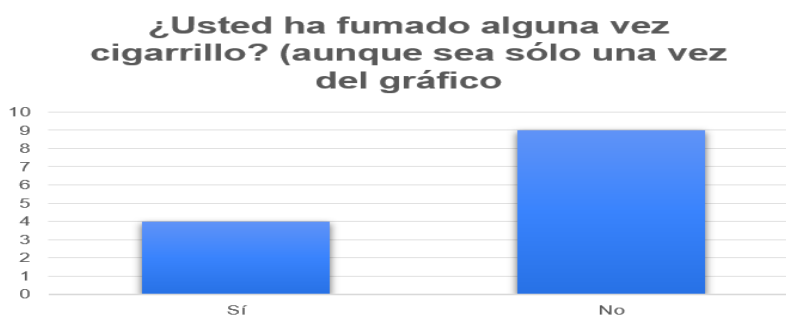


Figura 6

Datos generales de caracterización – ¿Ha fumado alguna vez?

Nota. Elaboración propia (2025).

De los trece estudiantes encuestados, el 30,8 % correspondiente a cuatro estudiantes afirman haber fumado cigarrillo alguna vez, mientras que nueve estudiantes (69,2 % de la población encuestada) manifestaron no haberlo hecho. Este resultado inicial revela que la mayoría de los participantes no han tenido contacto directo con el tabaco, aunque existe un grupo minoritario con experiencias previas el consumo.

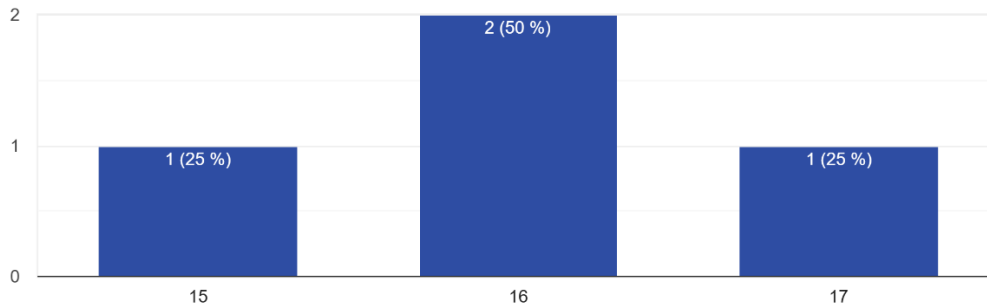
El hecho de que casi una tercera parte de curso haya experimentado con cigarrillos demuestra la necesidad de abordar el fenómeno desde la enseñanza de la química, ya que el cigarrillo no sólo es un producto químico complejo, sino también un objeto social y ambientalmente problemático. El análisis detallado de las respuestas permite comprender los patrones de consumo, las motivaciones, los factores emocionales y la percepción de riesgo asociados a este hábito.

7.1.1.2.1 Caracterización de los estudiantes fumadores

7.1.1.2.1.1. Edad y motivaciones y justificación del consumo

¿A qué edad comenzó a fumar? (sólo escriba los dígitos de la edad en formato numérico)

4 respuestas



¿Qué lo motivó a fumar? (puede seleccionar más de una)

4 respuestas

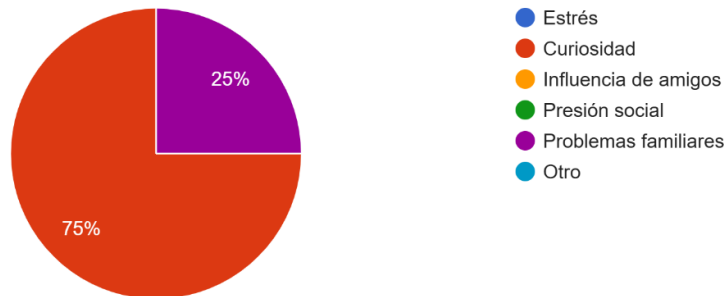


Figura 7

Datos generales de caracterización – Edad de inicio y motivo de fumar

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

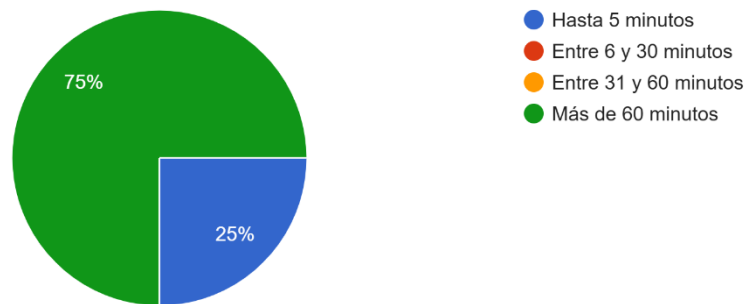
Se evidencia que los estudiantes que fuman o han fumado alguna vez cigarrillo, iniciaron con el consumo antes de la mayoría de edad; según reporte estadístico, se considera una media de edad de 16 años. De igual forma, según el gráfico se identifica que tres de los cuatro estudiantes que fuman o fumaron cigarrillo se debe a la curiosidad, mientras que el estudiante restante fue por problemas familiares, asimismo. Con base a la información pertinente, el consumo experimental es relativamente baja, la presencia de inicios temprano (según una media de 16 años) indica la importancia de intervenciones preventivas y educativas en niveles iniciales. Las motivaciones centradas en la curiosidad concuerdan con la literatura sobre experimentación en jóvenes.

7.1.1.2.1.2. Indicadores de dependencia de la nicotina (Test de Fageström)

El análisis de los ítems correspondientes a la prueba de Fageström evidencia una baja dependencia nicotínica entre los participantes.

Según un test propuesto por Fargeström, ¿cuánto tiempo pasa desde que se levanta y fuma su primer cigarrillo?

4 respuestas



¿Se le hace difícil no fumar en lugares donde está prohibido?

4 respuestas

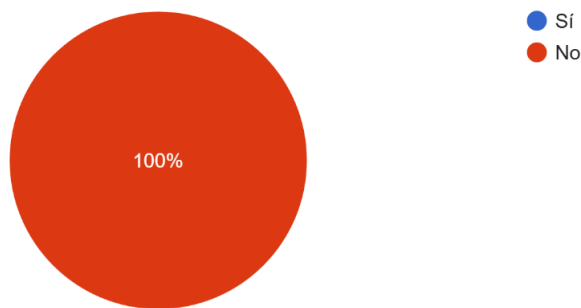


Figura 8

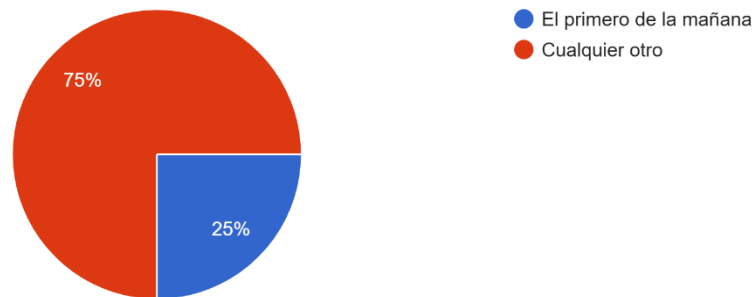
Datos generales de caracterización – Test de Fargeström (1)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Teniendo en cuenta la pregunta presentada en el gráfico, se evidencia que tres de los estudiantes que afirmaron un consumo de cigarrillo indicaron que transcurre más de una hora desde que se levantan hasta fumar su primer cigarrillo, mientras que sólo un encuestado equivalente al 25 % de las respuestas lo hace dentro de los primeros 5 minutos, lo cual refleja una leve dependencia física. Por otra parte, bajo los mismos encuestados, según el gráfico ninguno manifestó dificultad para abstenerse de fumar en lugares donde está prohibido, reforzando la idea de baja compulsión.

¿Qué cigarrillo necesita más?

4 respuestas



¿Cuántos cigarrillos fuma cada día?

4 respuestas

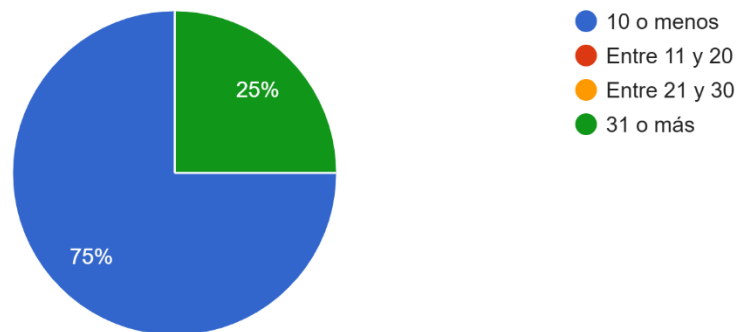


Figura 9

Datos generales de caracterización – Test de Fargeström (2)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

La pregunta “¿Qué cigarrillo necesita más?” se constata que un estudiante necesita más el cigarrillo de la mañana, mientras que los tres restantes no tienen importancia en la hora del día, es decir, no hay una preferencia específica. La siguiente pregunta “¿Cuántos cigarrillos fuma cada día?” muestra la cantidad de cigarrillos que fuman al día, donde tres de los estudiantes consume menos de 10 cigarrillos, y tan sólo un estudiante consume más de 31 cigarrillos al día, mostrando una dependencia a dicho consumo.

Los patrones observados indican que, aunque el comportamiento de fumar está presente, la dependencia fisiológica asociada al consumo de cigarrillo es relativamente leve. Esto sugiere que el acto de fumar está más relacionado con factores sociales y contextuales que con una adicción física profunda o establecida. En lugar de depender principalmente de la necesidad fisiológica de nicotina, los estudiantes parecen involucrarse en el acto de fumar como una práctica influenciada

por el entorno social, las normas culturales y las dinámicas interpersonales. De este modo, aunque el hábito de fumar pueda persistir a lo largo del tiempo, la motivación principal se deriva de componentes más sociales que de una dependencia física significativa.

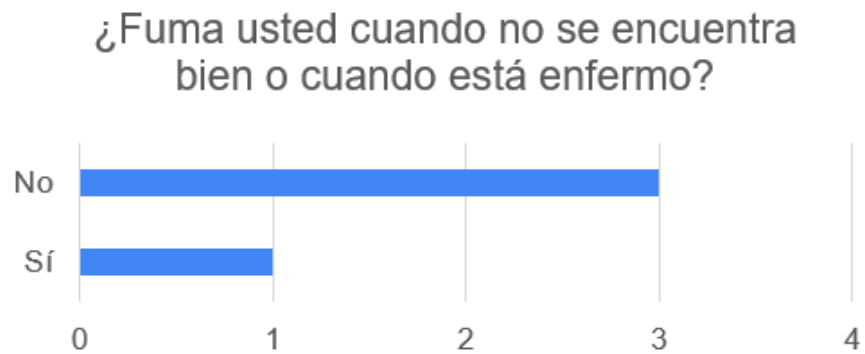


Figura 10

Datos generales de caracterización – Test de Fargeström (3)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Seguido a ello, tres de los estudiantes que confirman haber probado el cigarrillo afirman que también consumen cuando se encuentran enfermos o con bajo estado de ánimo, lo que revela una asociación emocional al consumo del tabaco. Este resultado sugiere que el cigarrillo cumple una regulación emocional, actuando como mecanismo de afrontamiento ante situaciones de tensión o ansiedad. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (2021), esta conducta es característica de fumadores jóvenes con baja dependencia química, pero con un fuerte vínculo con el acto de fumar, lo que dificulta el abandono sin acompañamiento educativo o terapéutico.

¿Ha intentado dejar de fumar?

4 respuestas

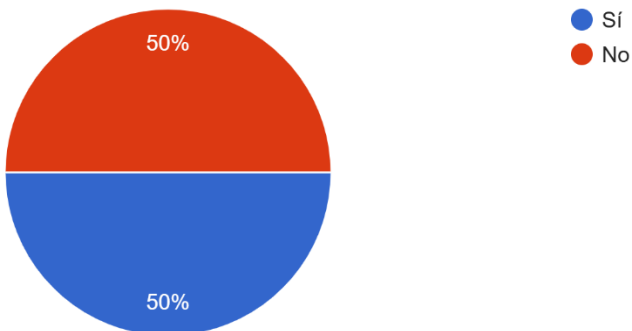


Figura 11

Datos generales de caracterización – ¿Ha intentado dejar de fumar?

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

El 50 % de los estudiantes que consumen cigarrillo indican haber intentado dejar de fumar en algún momento, mientras que el otro 50 % no lo ha intentado. Este hallazgo es significativo, ya que refleja una conciencia sobre los riesgos del tabaquismo y una actitud favorable hacia el cambio de hábitos. En el ámbito educativo, este dato sugiere la necesidad de desarrollar estrategias didácticas que fomenten la reflexión y el aprendizaje activo, utilizando enfoques como la gamificación para fortalecer la autoconciencia sobre los efectos negativos del cigarrillo tanto en la salud como en el medio ambiente.

En conjunto, los resultados de los estudiantes que consumen cigarrillo reflejan un patrón de consumo ocasional, de baja dependencia nicotínica y con un alto componente emocional y social. El perfil del fumador universitario en este grupo se caracteriza por la búsqueda de aceptación, la experimentación y/o el afrontamiento del estrés, más que por una adicción consolidada. Estos hallazgos sustentan la necesidad de abordar el estudio del cigarrillo desde una perspectiva CTSA que permita analizar críticamente sus impactos en la salud y el entorno, al tiempo que fomente la toma de decisiones informadas.

7.1.1.2.2. Caracterización de los estudiantes no fumadores

Este bloque se aplicó únicamente a los estudiantes que, en la pregunta inicial, indicaron no haber fumado cigarrillo alguna vez. El bloque de preguntas recoge: cómo conocieron el hábito de fumar, la exposición pasiva al humo y la actitud ante ella, presión social y justificación, y las estrategias personales para mantenerse alejados del cigarrillo. El análisis combina la lectura de las respuestas cerradas con la interpretación de las respuestas cualitativas y justificativas.

7.1.1.2.2.1. Conocer hábito de fumar

¿Cómo conoció el hábito de fumar cigarrillo? (puede seleccionar más de una)

9 respuestas

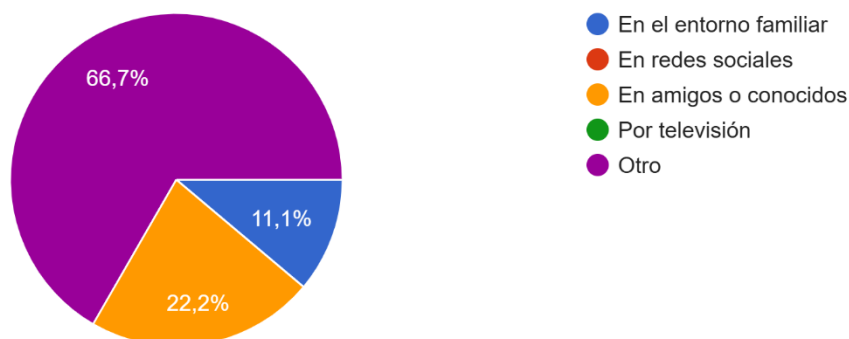


Figura 12

Datos generales de caracterización – ¿Cómo conoció el hábito de fumar?

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Según el gráfico, un estudiante que corresponde al 11,1 % de los nueve estudiantes manifiesta que conoció el consumo del cigarrillo desde un entorno familiar, ya que su madre siempre fumó, dos estudiantes (22,2 %) conocen el hábito del cigarrillo por los amigos o conocidos, sus relatos son: “Conocí el hábito de fumar a través de amigos y conocidos, porque muchas veces son ellos quienes invitan o muestran cómo se hace. No fue algo que aprendí en casa ni en redes, sino en esos momentos de grupo donde uno se deja influenciar por la curiosidad y la compañía de los demás”, mientras que el otro encuestado afirma que es “Ahora es muy común que los jóvenes tengan este tipo de adicción”, y el restante de la población, es decir, un 66,7 % conferido a seis estudiantes mencionan que conocen el hábito de fumar por otros motivos, como las calles de Bogotá, o anuncios que se transmiten por medios audiovisuales, ya que para nadie es un secreto que fumar hace parte del contexto cotidiano y es mejor saber las cosas y no hacerlas a desconocerlas y fingir no estar en el mundo real, relata uno de los encuestados.

Esta pregunta infiere que la mayoría conoció el hábito por la familia o los pares indica que el problema del tabaquismo está fuertemente enlazado en vínculos con otras personas que conllevan a una práctica cultural, por lo tanto, cualquier intervención didáctica debe vincular un análisis químico (como la composición del cigarrillo), asimismo, las justificaciones muestran que el conocimiento no es neutro, sino que se transmite con una valoración, bien sea aprobación, indiferencia o rechazo. En la secuencia didáctica esto permite trabajar análisis crítico de discursos, por ejemplo, cómo los medios naturalizan o estigmatizan el cigarrillo y vincularlo con evidencias químicas y ambientales.

Justifique su respuesta o amplie

9 respuestas

Mi madre siempre fumo
Conocí el hábito de fumar a través de amigos y conocidos, porque muchas veces son ellos quienes invitan o muestran cómo se hace. No fue algo que aprendí en casa ni en redes, sino en esos momentos de grupo donde uno se deja influenciar por la curiosidad y la compañía de los demás
No fumo
No he fumado cigarrillo
Los anuncios que se transmiten por medio audiovisuales, para nadie es un secreto que fumar es de la vida y es mejor saber las cosas y no hacerlas a desconocerlas y fingir no vivir en el mundo real.
NO fumo
Por las calles de Bogotá
No, nunca he tenido el hábito de fumar pero lo he podido observar en las calles, en la universidad y en las redes sociales.

Figura 13

*Datos generales de caracterización – ¿Cómo conoció el hábito de fumar?
Justificado*

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

7.1.1.2.2. Exposición al humo de otras personas (fumador pasivo)

¿Ha estado expuesto al humo del cigarrillo de otras personas, lo que se entiende como un fumador pasivo?

9 respuestas

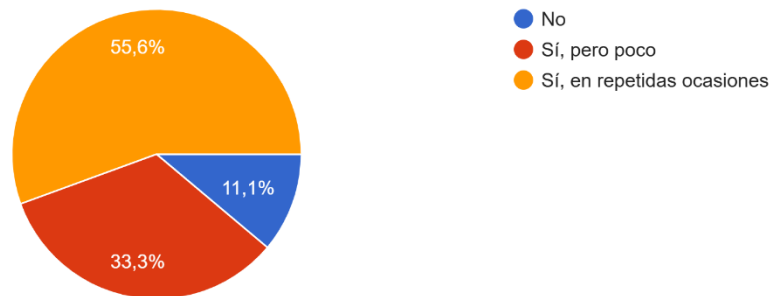


Figura 14

Datos generales de caracterización – ¿Ha sido fumador pasivo?

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Desde una perspectiva estadística, se observa una moda en la respuesta “Sí, en repetidas ocasiones”, ya que el 55,6 % de los estudiantes que reportan no haber

consumido cigarrillo de manera directa (5 personas) seleccionan esta opción; al seleccionar esta opción mencionan “La verdad se siente muy incómodo ya que el olor es desagradable. Además, ese humo también causa enfermedades en los fumadores pasivos.”, “A veces uno prueba cosas como fumar por curiosidad o por encajar, sin pensar realmente en lo que significa para la salud. Sentí que es una experiencia que enseña, porque me permite reflexionar sobre la importancia de decidir por mí mismo y no solo por lo que hacen los demás”, o argumentos directos al afectar la salud. Tres estudiantes afirman que sí han estado expuestos al cigarrillo, pero muy pocas veces, con argumentos relacionados a dolores de cabeza, o incluso molestias por el irrespeto a espacios públicos. Mientras que, un solo estudiante no ha estado expuesto a consumidores de cigarrillo. Dichas respuestas justificadas mencionan una alta exposición pasiva al humo de cigarrillo que legitima su abordaje en la enseñanza de la química, al permitir articular la evidencia experimental sobre emisiones químicas con impactos concretos en la salud pública y el ambiente. Las respuestas estudiantiles reflejan una fuerte preocupación crítica, puesto que mencionan molestias físicas, riesgos para la salud y objeciones éticas ante la exposición involuntaria, aunque algunos también evidencian resignación, especialmente en contextos familiares. Estas percepciones ofrecen una base significativa para diseñar actividades de enfoque CTSA, que integren los conocimientos químicos con problemáticas sociales como el derecho a un ambiente sano y la equidad. Así, se promueve la argumentación crítica y la elaboración de propuestas de acción comunitaria, incluyendo el análisis de regulaciones y políticas institucionales, como los campus libres de humo.

7.1.1.2.2.3. Presión social al querer fumar

¿Ha sentido presión social para fumar alguna vez?
9 respuestas

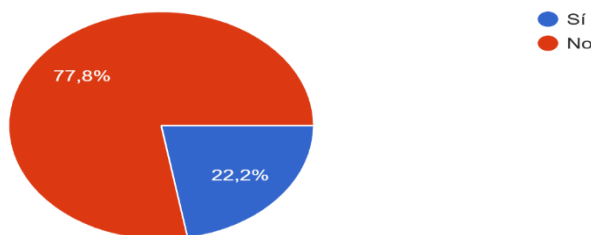


Figura 15

Datos generales de caracterización – ¿Ha sentido presión al querer fumar?

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Se evidencia por medio del gráfico que el 77,8 % de los estudiantes que reportan no haber consumido cigarrillo (7 estudiantes) tampoco se han sentido presionados por fumar cigarrillo, argumentando que cada quién toma sus propias decisiones, es

algo que no les interesa, saben que presenta un riesgo para la salud; por otra parte, dos de los estudiantes reportan que sí se han sentido presionados, mencionando puntos textuales como “a veces, cuando hacemos parte de grupos con personas que tienen estas adicciones comienzan a presionar con argumentos de que es divertido o por qué no hacerlo” y “Sí, en algún momento sentí presión social, sobre todo cuando estaba con amigos que fumaban y me invitaban a probarlo. No era porque yo quisiera, sino por la curiosidad”.

La presencia de presión social, incluso entre no fumadores, resalta la relevancia de las influencias socioculturales en cualquier intervención educativa sobre el consumo de tabaco. Esta subraya la necesidad de priorizar actividades en el aula que desarrollen habilidades de resistencia social, fomentando la argumentación basada en evidencia y estrategias de negociación entre pares. Además, este contexto ofrece una oportunidad para debatir entre normas sociales, estereotipos y percepciones de ser adulto o encajar, que son mediadas por discursos culturales y económicos. Integrar este análisis sociocultural con el estudio de la composición química del cigarrillo y su marketing permite una reflexión más profunda y crítica sobre factores que influyen en el comportamiento del consumo, fortaleciendo así las competencias de los estudiantes para resistir la presión social de manera informada y crítica.

7.1.1.2.2.4. Estrategias para estar alejado del cigarrillo

¿Qué estrategia personal usa para mantenerse alejado del cigarrillo?

9 respuestas

No es como si fuera un agujero negro del que me entoco en alejarme, solo se que no me gusta y es todo

La estrategia que uso es decirme a mí mismo que no lo necesito, recordar lo mal que se siente el humo en la garganta y pensar en las consecuencias para la salud

No lo veo como una necesidad

No uso

Mis principios, mi familia si me educo bien

Ninguna

Evitarlo por completo

La verdad no considero que tenga una estrategia para mantenerme alejada del cigarrillo simplemente es la educación que recibí en casa.

No tengo estrategia siento que es más de desicion propia v carácter que de estrategia

Figura 16

Datos generales de caracterización – Estrategia para estar lejos del cigarrillo

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

En esta pregunta, los nueve estudiantes que manifestaron no ser consumidores de cigarrillo expresaron diversas formas de mantenerse alejados del cigarrillo, aunque la mayoría no lo concibe como una estrategia en sentido estricto, sino como una decisión personal o principio educativo. Entre las respuestas, se observa que algunos consideran que simplemente no sienten interés o necesidad, mientras otros apelan a valores y formación familiar.

Un grupo minoritario menciona elementos más reflexivos, como recordar los efectos nocivos del humo en la garganta o las consecuencias para la salud, lo que detona una conciencia crítica frente al riesgo. Sin embargo, algunos afirman no tener una estrategia clara o no considerar necesario planear una, lo cual sugiere que la no adopción del hábito obedece más a la autonomía, educación y carácter que a un proceso deliberado de evitación activa.

Desde un enfoque CTSA, este resultado refleja cómo la toma de decisiones informadas frente al consumo de cigarrillo se relaciona con la dimensión ética,

familiar y social del aprendizaje científico. Para la propuesta didáctica, esto permite proyectar actividades que fortalezcan el pensamiento crítico sobre los impactos del tabaco, conectando las razones personales con evidencia científica sobre salud y medio ambiente.

7.1.1.2.3. Caracterización general

7.1.1.2.3.1. Conocimiento químico del cigarrillo

Las siguientes preguntas están dirigidas a todos los estudiantes, independientemente de si fuman o no, ya que se espera que posean conocimientos sobre la composición química del cigarrillo.

¿Sabía que el cigarrillo contiene múltiples sustancias químicas?

13 respuestas

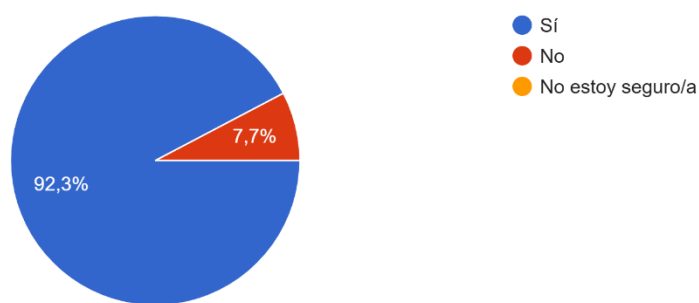


Figura 17

Datos generales de caracterización – Conocimiento químico del cigarrillo

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Siendo así, se les preguntó a los estudiantes si tenían conocimiento alguno acerca de que los cigarrillos contenían sustancias químicas, por lo cual, la mayoría de la población encuestada que corresponde al 92,3 % (12 estudiantes), lo cual denota un nivel básico de alfabetización científica y una conciencia inicial frente al carácter no natural del cigarrillo, a excepción de un estudiante que manifestó no conocer que el cigarrillo contiene sustancias químicas.



Figura 18

Datos generales de caracterización – Conocimiento químico del cigarrillo por Mentimeter

Nota. Elaboración Mentimeter (2025).

Sin embargo, al solicitar que mencionaran las sustancias que conocían o creían conocer, las respuestas evidenciaron un conocimiento parcial y predominantemente empírico. La mayoría nombró “nicotina”, “alquitrán” y “monóxido de carbono”, siendo estos los compuestos más asociados popularmente al cigarrillo, sólo algunos mencionaron otros como plomo, arsénico o metales pesados, además, es importante resaltar que ninguno aludió a la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos que son reconocidos como agentes cancerígenos.

Desde una perspectiva CTSA, este hallazgo sugiere que los estudiantes reconocen la existencia de la química en el cigarrillo, pero no logran vincular ese conocimiento con procesos moleculares, reacciones o estructuras químicas. Por ello, trabajar este tema en clase se convierte en una oportunidad didáctica para vincular la química teórica con problemas sociales reales, permitiendo que el aprendizaje trascienda la memorización de fórmulas hacia la comprensión de sustancias presentes en el entorno cotidiano.

7.1.1.2.3.2. Percepción sobre efectos en la salud humana

¿Cree que el cigarrillo tiene efectos negativos o positivos sobre la salud humana?
13 respuestas

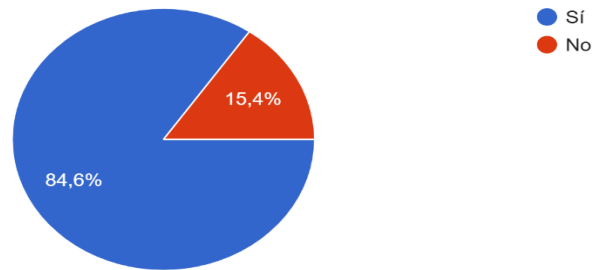


Figura 19

Percepción sobre efectos en la salud humana (respuestas “sí” y “no”)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

La mayoría de los estudiantes (11 estudiantes que equivalen al 84,6 % de los estudiantes) describió los efectos del cigarrillo en términos claramente negativos, nombrando con mayor frecuencia cáncer (pulmón-garganta), dependencia/adicción, problemas respiratorios y daños cardiovasculares. Algunas respuestas añadieron matices sobre consecuencias emocionales (depresión o cambios en el ánimo tras consumo). Si bien la valoración general es negativa, aparece de forma marginal la idea “más como percepción social que experiencia propia” de que el cigarrillo puede proporcionar alivio temporal del estrés, posición que algunos encuestados cuestionan al aclarar que los efectos a largo plazo son dañinos.

¿Cuáles efectos negativos y/o positivos conoce?

13 respuestas

Todos son negativos, genera cáncer, genera dependencia y muchas veces depresión después de que la dopamina ya se ha liberado
tiene efectos negativos sobre la salud, porque daña los pulmones, afecta la garganta, el corazón y puede causar enfermedades graves. No le encuentro efectos positivos para el cuerpo
Negativo diferentes tipos de cancer , problemas respiratorios cardiacos y genera depenciaio adiccion
Positivo ninguno, de pronto la gente suele decir mucho que le ayuda a controlar el estrés, y negativos el más resaltante es la manifestación de cáncer
Causan enfermedades como cancer de pulmones de garganta vejiga etc
Tiene efectos negativos en la salud humana porque causa muchas enfermedades como lo es cancer y daños en los organismos
Decir lo bueno y malo siempre es de cada persona, para mi estan mal los vicios pero para otras personas es necesario para vivir. Cada uno es responsable de sus actos y sus resultados.

Figura 20

Percepción de los participantes sobre efectos en la salud humana

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Este conjunto de percepciones muestra una coincidencia colectiva del riesgo sanitario asociada al tabaco, sustentada en referencias populares y campañas de salud, sin embargo, los enunciados raramente desarrollan explicaciones científicas profundas, lo que señala un punto pedagógico clave para la intervención CTSA, vincular esas percepciones con evidencia científica sobre compuestos y efectos biológicos.

7.1.1.2.3.3. Percepción sobre efectos en el medio ambiente

¿Cree que el cigarrillo tiene efectos negativos y/o positivos sobre el medio ambiente?
13 respuestas

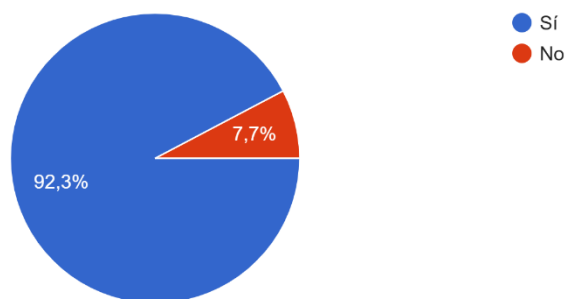


Figura 21

Percepción sobre efectos en el medio ambiente (respuestas “sí” y “no”)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Los resultados obtenidos permiten identificar que la mayoría de los estudiantes (12 estudiantes) reconocen que el cigarrillo tiene efectos negativos sobre el medio ambiente, aunque su comprensión se centra en las consecuencias visibles, más que en los procesos químicos involucrados. Entre las respuestas más frecuentes se destacan afirmaciones como “contamina el aire con el humo”, “contaminando de esta manera a los peces o animales acuáticos”, “contaminación del agua y el suelo por las colillas”. Estas ideas evidencian que los participantes asocian el daño ambiental con la emisión de gases tóxicos y la acumulación de desechos sólidos, especialmente las colillas, identificadas como residuos no biodegradables.

¿Cuáles efectos ambientales conoce?

13 respuestas

Dala la cadena alimenticia, daña los recursos hidricos y los suelos

El cigarrillo tiene efectos negativos sobre el medio ambiente, porque contamina el aire con humo y las colillas ensucian el suelo y el agua

1 cigarillo contamina 10 litros de agua dulce, genera incendios en los bosques

Contaminación de suelos a la hora de tratar la planta de tabaco,y agua al usar pesticidas y fertilizantes químicos, las colillas también contaminan al no darle un tratamiento de residuo adecuado, debido a lo tardado que es que se degraden, y obviamente la contaminación del aire al momento de hacer la reacción de combustión librando gases nocivos tanto al exterior como en el interior del cuerpo

¿Cuáles efectos ambientales conoce?

13 respuestas

tardado que es que se degraden, y obviamente la contaminación del aire al momento de hacer la reacción de combustión librando gases nocivos tanto al exterior como en el interior del cuerpo

La colilla del cigarrillo ya q muchas personas las votan al piso y es malo ya que se va para las alcantarillas

Deforestación,emisión de gases

Contaminación del agua y el suelo por las colillas, la deforestación para el cultivo del tabaco, la pérdida de biodiversidad, el aumento de incendios forestales y la generación de residuos tóxicos y plásticos

Contaminacion

La colillas

Tiene efectos negativos porque daña principalmente el suelo con las colillas

Se que una sola colilla de cigarrillo contamina 10L de agua contaminando de esta manera a los peces o animales acuáticos

Figura 22

Percepción de los participantes sobre efectos en el medio ambiente

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Pocos estudiantes mencionaron causas específicas o sustancias químicas implicadas, lo que sugiere que la relación entre química y medio ambiente no es aún del todo clara. Desde la perspectiva CTSA, este hallazgo resulta relevante, pues muestra que, aunque existe una conciencia ambiental inicial, aún falta promover la comprensión científica de cómo los compuestos del cigarrillo participan en fenómenos de contaminación del aire, agua y suelo.

7.1.1.2.3.4. Percepción sobre la enseñanza del cigarrillo en el aula

¿Cree que las temáticas asociadas al cigarrillo pueden ayudarnos a aprender química de una manera más cotidiana?

13 respuestas

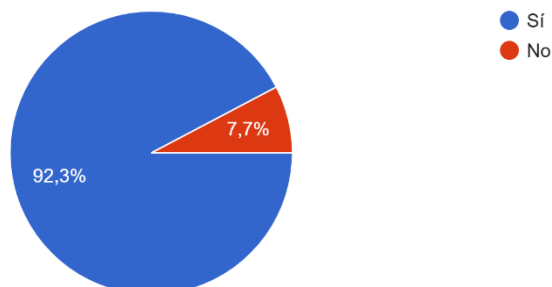


Figura 23

Percepción sobre efectos la enseñanza del cigarrillo en el aula (respuestas “sí” y “no”)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

El 92,3 % de la población encuestada correspondiente a 12 estudiantes manifiestan que las temáticas asociadas al cigarrillo pueden ayudarnos a aprender química de manera más cotidiana, bajo argumentos como que es un hábito de muchas personas y que está presente en cualquier parte, procesos de combustión (completa e incompleta), contaminación del medio ambiente, al ser una problemática social se pueden entender conceptos químicos desde allí y relacionarlos al organismo y medio ambiente.

La mayoría de los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con el uso de temáticas controversiales como el cigarrillo para enseñar química, argumentando que estos temas facilitan el aprendizaje porque permiten conectar los contenidos con la vida cotidiana.

Justifique su respuesta anterior

13 respuestas

El simple echo de conocer lo que es una combustión incompleta y completa en algo que se ve tan cotidiano como el fumar ayuda a entender de una manera más química el mundo

Sí, porque al hablar del cigarrillo vemos sustancias químicas que están en algo cotidiano y eso hace más fácil entender cómo funcionan en nuestro cuerpo y en el ambiente

Es un habito de muchas personas, y esta muy presente en cualquier parte

Claro porque detrás del cigarrillo hay muchos procesos químicos y biológicos durante la creación y el consumo del cigarrillo, pudiendo explicar temas varios temas

Ya q se puede entender de una mejor forma

Yo creo que si porque de esa forma podemos aprender mejor ya que nos entra más el tema y más curiosidad hacia el

Justifique su respuesta anterior

13 respuestas

A quien le parezca relevante lo aprendera a fondo pero a quien no solo lo vera por asistir y no indagr en el tema.

Debido a los procesos de combustión, y contaminación al medio ambiente

Ninguna

Podemos investigar esto, adaptándolo al tema de la química, ya es que es una sustancia que contiene tanto elementos, como reacciones químicas

Sí, las temáticas asociadas al cigarrillo pueden ser muy útiles para aprender química de una manera más cotidiana, porque permiten relacionar conceptos abstractos con situaciones reales y cercanas.

Por los procesos de combustión y sus compuestos

La manera más fácil de aprender es comparando nuestro diario vivir así tenemos una mejor comprensión de todo

Figura 24

Percepción de los participantes sobre la enseñanza del cigarrillo en el aula

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Estas respuestas revelan una disposición favorable hacia un enfoque contextualizado y crítico, en el que el aprendizaje de la química se asocie con fenómenos sociales y ambientales relevantes. Algunos participantes señalaron que trabajar estos temas fomenta la reflexión ética y la toma de decisiones responsables frente al consumo de sustancias nocivas, lo que concuerda con principios del enfoque CTSA.

Un estudiante manifestó que las temáticas asociadas al cigarrillo no pueden ayudarnos a aprender química de una manera más cotidiana, por lo cual, esta opinión refuerza la necesidad de que el tratamiento pedagógico sea cuidadoso, reflexivo y guiado por un propósito formativo, donde el cigarrillo se aborde como un objeto de análisis científico y social.

¿Está de acuerdo con que los profesores usen temas controversiales como el cigarrillo para enseñar?

13 respuestas

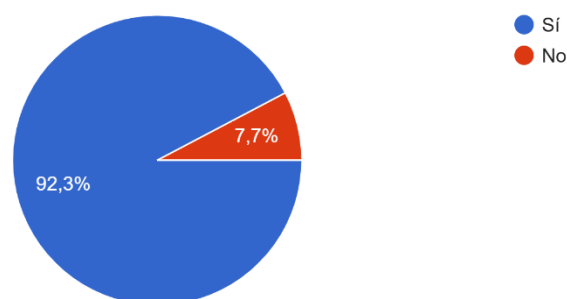


Figura 25

Percepción de los participantes sobre el uso de temas controversiales para enseñar (respuestas “sí” y “no”)

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Los estudiantes mencionados previamente también coinciden en la importancia de que los profesores incorporen temas controversiales como el cigarrillo en sus clases. Argumentando que, al ser considerado un tema tabú en la sociedad, el cigarrillo representa una oportunidad valiosa para ser analizado desde una perspectiva educativa. Por otra parte, abordar este tema no sólo permite normalizarlo, sino que también contribuye a crear conciencia sobre los efectos negativos que causa tanto a la salud humana como al medio ambiente, al explorar las reacciones químicas y los procesos involucrados en su consumo y producción. De este modo, se puede profundizar en los riesgos que conlleva el hábito de fumar, tanto a nivel individual como colectivo.

También cabe señalar que, varios de los argumentos a favor de esta práctica pedagógica subrayan cómo los temas controversiales como el cigarrillo, puede ser utilizados para establecer vínculos con situaciones cotidianas que los estudiantes enfrentan en su vida diaria. Al integrar estos problemas en el aula, se fomenta un enfoque más reflexivo y crítico, orientando a los jóvenes a tomar decisiones informadas que no sólo afectan su entorno inmediato, sino también su futuro. En este sentido, se defiende que la educación debe trascender el ámbito académico, involucrando a los estudiantes a un proceso de aprendizaje que les permita comprender mejor las implicaciones sociales, éticas y personales de sus elecciones, preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo real de manera más consciente y responsable.

7.1.1.2.3.5. Percepción del cigarrillo en la vida universitaria

El análisis de las respuestas correspondientes a las preguntas “¿Qué sugerencias daría para que este tema se trabaje en el aula de forma crítica y reflexiva?”, “¿Considera que el cigarrillo forma parte de la vida cotidiana de los estudiantes universitarios? Justifique su respuesta” y “¿Qué opina sobre el consumo de cigarrillos dentro y fuera del campus universitario?” evidencia una reflexión profunda de los estudiantes sobre el papel del cigarrillo en los espacios educativos, y su abordaje en el aula desde la enseñanza de la química.

En cuanto a las sugerencias para trabajar el tema de forma crítica y reflexiva, los estudiantes participantes coinciden en la importancia de profundizar en los aspectos científicos del cigarrillo y su relación con el cuerpo y el ambiente. Proponen que se realicen clases experimentales, debates, campañas de concientización y análisis químicos de componentes tóxicos, con el fin de vincular los contenidos de la asignatura con situaciones cotidianas. Expresiones como: “exponer las consecuencias del cigarrillo para desarrollar una idea crítica”, “verlo desde distintas perspectivas y con datos científicos” o “formar en la reflexión y la responsabilidad” muestran una clara intención educativa alineada con los principios del enfoque CTSA, en el que la ciencia se conecta con la sociedad y el ambiente para generar conciencia y acción informada. Asimismo, algunas respuestas subrayan la necesidad de que las actividades incluyan el respeto por la diversidad de opiniones y se promueva un diálogo constructivo entre quienes fuman y quienes no, evitando juicios morales y privilegiando la argumentación basada en evidencia.

En relación con la percepción del cigarrillo como parte de la vida universitaria, la mayoría de los estudiantes reconoce que el cigarrillo sí hace parte de la cotidianidad del entorno universitario, especialmente por la presión social, la convivencia en espacios abiertos y la influencia de los grupos de amigos. Se

evidencia una comprensión del hábito de fumar no sólo como un acto individual, sino como un fenómeno social influido por la cultura universitaria. Un estudiante señala que cada día se observan más estudiantes fumando a la entrada o salida de clase, mientras que otro resalta que el cigarrillo forma parte de los espacios sociales. Estas percepciones reflejan cómo los factores sociales y ambientales intervienen en la construcción de hábitos y, por tanto, cómo la educación científica puede aportar a la comprensión crítica de dichos comportamientos. Un enfoque CTSA resalta la necesidad de promover en el aula espacios de análisis sobre las implicaciones sociales del consumo y los efectos ambientales del tabaquismo pasivo, favoreciendo la alfabetización científica y la toma de decisiones responsables.

Finalmente, frente a la opinión sobre el consumo de cigarrillos dentro y fuera del campus universitario, la tendencia general fue de rechazo o desaprobación del consumo en entornos académicos. Muchos estudiantes expresaron que fumar dentro del campus afecta tanto la salud y el ambiente y que debería haber zonas designadas o restringidas; otros, aunque lo consideran una elección personal, enfatizan que no debería normalizarse dentro de espacios universitarias.

Estas respuestas reflejan una postura crítica hacia el tabaquismo en espacios compartidos, en coherencia con una ética ambiental universitaria que prioriza la salud colectiva y la convivencia. Desde el enfoque CTSA, se interpreta que los estudiantes reconocen la necesidad de regular y contextualizar el comportamiento humano en relación con el entorno, comprendiendo el cigarrillo como un problema que trasciende la biología y se inscribe en las dimensiones: social, ambiental y cultura de la vida universitaria.

En síntesis, es posible afirmar que la mayoría de los profesores en formación no fuma, una minoría reporta experiencias de consumo tipo ocasional, entre los que fuman la dependencia a la nicotina es baja, coherente con la autoevaluación sobre los intervalos prolongados antes del primer cigarrillo del día y ausencia de malestar en espacios libre de humo. Se reconoce la presencia social del cigarrillo en el entorno universitario y público que fue favorable para el diseño de la estrategia con enfoque CTSA para vincular los aspectos científicos, de salud pública y ética ciudadana; en cuanto a las representaciones iniciales del conocimiento químico se evidencia una tendencia por nombrar sustancias (nicotina, alquitrán, monóxido y metales pesados) no a especificar procesos, lo que respalda la pertinencia de actividades que conlleven de nombres a explicaciones argumentativas respaldadas de texto o experiencia científica.

Los profesores en formación muestran sensibilidad ética ambiental al mencionar el impacto del humo y colillas como un riesgo a la salud y ambiente (figura 26),

evidenciando disposición a participar en acciones de prevención; así también, aparecen elementos de responsabilidad ciudadana (respeto por espacios libres de humo) y toma de postura ante dilemas sociales (libertad individual vs salud pública)

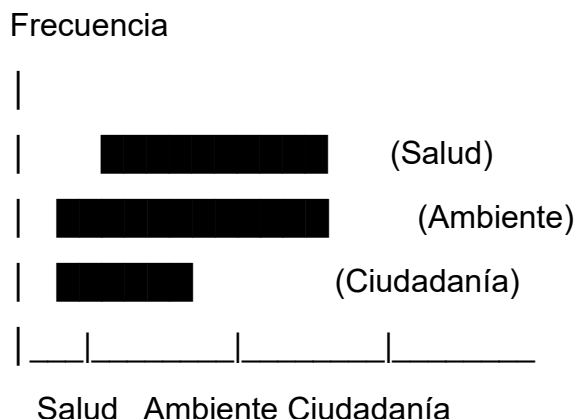


Figura 26

Temas asociados por los participantes al cigarrillo

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

Al triangular los datos con la matriz de análisis (saberes científicos, ciudadanos, didácticos e integración de enfoque CTSA), se observa que el saber científico es incipiente y por tanto se necesita profundizar y abordar los procesos relacionados con los mismos, el saber ciudadano un alto nivel de conciencia ética y ambiental se debe potenciar para que como futuro docente aborde espacios de prevención y ejercicio ciudadano que lidere campañas de cuidado de la salud desde su propio cuerpo hasta asumir una posición global, el saber didáctico es favorable hacia metodologías activas que permitan relacionar evidencias con argumentos (figura 27)

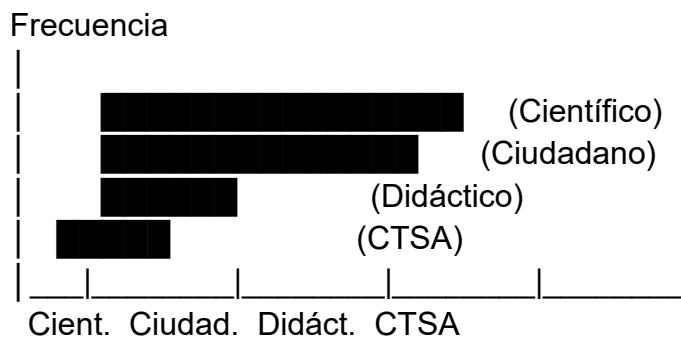


Figura 27

Apropiación de saberes por parte de los participantes al cigarrillo

Nota. Elaboración Google Forms (2025).

7.1.2. Sesión No. 1

La implementación de la estrategia didáctica se inició el martes, 23 de septiembre de 2025 a las 8:00 a. m., con una sesión de caracterización, cuyo propósito fue identificar los saberes previos y percepciones de los estudiantes de primer semestre de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional frente a la química presente en el cigarrillo y sus implicaciones en salud y ambiente.


La sesión que duró aproximadamente dos horas se dividió en tres momentos principales:

- Actividad de storytelling con tarjetas: Durante la primera parte de la sesión de caracterización, los estudiantes desarrollaron una actividad de Storytelling con el propósito de identificar sus concepciones sobre la química y la relación con el cigarrillo. La instrucción inicial fue elaborar una historia libre, al identificar la ausencia de contenidos científicos, se les solicitó reelaborarla incorporando aspectos de la química del cigarrillo, ya que algunos de los estudiantes expresaron que optaron por no incluir términos científicos, ya que no querían emplear tecnicismos ni generar confusión entre sus compañeros, tal cual como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10

Resultados Storytelling sin y con química sesión 1

Grupo	Tarjetas (fotos)	Historia narrada (sin química)	Historia narrada (con química)
1		<p>Había una vez un rey que tenía un castillo de cristales, él tenía un enemigo malvado que dominaba todo el territorio. Este ogro tenía un grupo de hombres que se dedicaban al robo de pertenencias de las demás personas y al secuestro. El rey tenía una hija muy hermosa y ella era su tesoro más preciado, pero un día ocurrió algo inesperado el ogro y sus hombres secuestraron a la princesa por la que desesperadamente el rey utilizó la bruja malvada con el objetivo de causarle un daño extremo a su enemigo y así poder rescatar a su hija, haciéndole un hechizo</p>	<p>Había una vez un rey que tenía grandes tesoros y entre ellos un mundo de cigarrillos, él usaba a su hija como expendedora de cigarrillos y llevando a un consumo adictivo a las personas, ya que esto le causaba un efecto de felicidad llamado dopamina. Al ogro le causó cáncer y esto desató que perdiera su ojo ya que la reacción que provocó en su cuerpo fue tan fuerte que dañó muchos de sus órganos. Por otro lado, a la bruja le afectó el cerebro, en especial todas sus neuronas por el consumo diario y las llevó a la quiebra viviendo en una guarida, y por último al narizón los llevó a robar por una adicción a la nicotina.</p>

Grupo	Tarjetas (fotos)	Historia narrada (sin química)	Historia narrada (con química)
		convirtiéndolo en sapo, así su hija volvió con él y vivieron felices para siempre	
2		Érase una vez Francisco vivía en Tocaima de la edad media, Francisco trabajaba en una plaza de mercado, pero su labor no le daba lo suficiente para subsistir por lo cual debía recurrir a diferentes alternativas. Un día llegó el bar de Briyith, ella le comentó sobre la patacabra legendaria y Francisco tomó el camino en búsqueda de la patacabra hacia Pati Bonito encontrando una cueva donde habitaba un habitante de calle Necromante, junto a una persona secuestrada y justo al lado y justo al lado la patacabra legendaria. La necromante se llamaba Claudia, la cual necesitaba un cuerpo muerto para usarlo como huésped para su esposo Armando Segundo Niño	Guillermo de la vaca, el gran alquimista malboro de la paleolítico quien vivía en Usaquén tenía el sueño de crear un gran cigarrillo cuántico que podría reducir a átomo y cualquier pulmón. Para ello necesitaba elementos de dudosa procedencia como la llama Retería, la patacabra cuántica. Gloria la cosechadora de trabajo tamizado y alquitrán condensado y Magnola resguardaba la receta secreta. Cada que conseguía los elementos los asesinaba y sus proveedores, al momento de fabricarlo el cigarrillo se superponía por lo cual no lo pudo aislar y nunca lo pudo fumar debido a su dualidad y su respectivo principio de incertidumbre.
3		En los reinos del jabón y el fabuloso y la calle 22 el rey Baltazar guardaba con tesoro codiciado por todos en el reino, el loco pirotécnico y Matew confabularon para robárselo, al mismo tiempo que el hada del Fábulos y el hada del jabón, pero al momento de ejecutarlas las hadas se convirtieron en el hada pirotecnia y el hada gallinística, y el loro pirotécnico se convirtió en el loco el fabuloso junto a sus compañeros dejándolos sin el tesoro codiciado.	En el reino el monóxido de carbono el aditivo guardaba en su inmenso castillo una caja de nicotina y filtros. Explotaba laboralmente a las hadas del tabaco y nicotina para aumentar su riqueza. Un día el adicto con cáncer de pulmón compró cigarrillos adulterados al jbaro pirotécnico, el adicto con cáncer planeaba quedarse con toda la nicotina que el rey guardaba, pero a la hora de hacerlo se murió de un infarto y falló pulmonar, esfumándose en una nube de monóxido de carbono.
4		Érase una vez en el castillo de España vivía un príncipe de dueño del reino, él era muy bueno con el pueblo y	En la ciudad había 4 químicos llamados: "los alquimistas del humo" ellos creaban sustancias con diferentes

Grupo	Tarjetas (fotos)	Historia narrada (sin química)	Historia narrada (con química)
		<p>muy servicial hasta que conoció a una chica. Se enamoró perdidamente ella, pero lo que no sabíamos que era una bruja y estaba con él por su fortuna. Ella tenía un plan con otro hombre que era su reposo esposo, el plan era que ella enamorara al príncipe para que el hombre robara la fortuna del príncipe. Tiempo después llegaron 2 hombres a robar la fortuna del príncipe el esclavo y el secuaz lograron su objetivo y pudieron robar el tesoro del príncipe, dejando a la bruja y a su esposo sin la fortuna y dañando el plan.</p>	<p>compuestos químicos sin importar las consecuencias de los radioactivos. Un día en el laboratorio decidieron mezclar monóxido de carbono, nicotina, dióxido de carbono. Después de que estos químicos mezclaron estos compuestos se creó el tabaco que es una planta, haciendo que este producto deje enfermedades graves para cáncer en pulmón, boca, vejiga, enfermedades respiratorias y cardiovasculares como causar infartos.</p>
5		<p>La dama embriaga: la daga enseñaba objetos de encontrar una fuente dorada con la que el arquero ya poseía en sus dedos, esfuerzo vago en personajes de cuento, el minero atento con expectativas de cogerlo y el tesoro perdido como en la idea de lancero, el mago con cerezos hacedor de este cuento a realismo incierto, el guerrero se ríe a sabiendas de que el oro es triero.</p>	<p>En prominencia de exigencia la secuela presencia olor a nicotina en la que las moléculas quiebran, alcaloide con nitrógeno las neuronas queman el mismo efecto que el de la dama ebria, como carbono sus átomos enlazan su estructura, como en balsas navegan por las lágrimas del bústrido, el guerrero perdido se aísla en el cigarrillo como sublimación, nos soltamos esta etapa en la que la temperatura toca el agua, la magia que transforma cada falada entre cambios de estado y reacciones, el minero guarda en su caja de cartas la nueva jugada al momento necesario de manifestarla en palabras como el oro que encontró el arquero la reacción química en mi cerebro deja manifiesto, sinapsis en mis hemisferios.</p>

Nota. Ideas previas estudiantes (2025)

En las narraciones iniciales predominó un discurso literario clásico, centrado en elementos de la fantasía, la realeza y lo heroico, por ejemplo, el grupo 1 inicia con “había una vez un rey que tenía un castillo de cristales... su hija

era su tesoro máspreciado... la bruja malvada lo convirtió en sapo y vivieron felices para siempre”, el grupo 3 escribe “en los reinos del jabón y el fabuloso y la calle 22 el rey Baltazar guardaba con tesoro codiciado por todos en el reino”, y el grupo 5 de manera más poética “La dama embriagada: la daga enseñaban objetos de encontrar una fuente dorada con la que el arquero ya poseía en sus dedos”. En general, estos discursos carecen de términos científicos y se caracterizan por la coherencia narrativa y el uso de metáforas, lo que evidencia una apropiación del lenguaje común, pero en ausencia de saberes científicos. Los estudiantes estructuran relatos simbólicos y creativos, sin conectar con contenidos disciplinares.

Desde la perspectiva de apropiación del saber, este primer momento revela una ausencia de apropiación científica conceptual, ya que el discurso no aborda fenómenos, sustancias ni procesos químicos. Tampoco se identifica una apropiación didáctica, puesto que el relato genera un énfasis en la narración literaria sin algún propósito educativo. No obstante, el uso de recursos creativos puede considerarse un indicio de apropiación reflexiva, debido a que los estudiantes emplean estrategias comunicativas propias para construir un sentido narrativo.

Por otra parte, cuando se les solicita realizar nuevamente una historia con base en la química del cigarrillo, usando las mismas tarjetas, los discursos se transforman generando una mezcla entre lo narrativo y lo científico, ya que se combina una historia con vocabulario propio de química y referencias a efectos del cigarrillo.

El grupo 1 reformula su historia integrando conceptos químicos y biológicos, como “había una vez un rey que tenía grandes tesoros y entre ellos un mundo de cigarrillos... al ogro le causó cáncer y esto desató que perdiera su ojo, ya que la reacción que provocó en su cuerpo fue tan fuerte que dañó muchos de sus órganos”, en este discurso se evidencia una apropiación científica contextual, ya que al relacionar sustancias del cigarrillo con efectos fisiológicos como la dopamina, cáncer, daño neuronal. Aunque los términos se emplean de manera general, el discurso demuestra que hay una comprensión en la existencia de reacciones químicas y consecuencias biológicas derivadas del consumo.

El grupo 2 presenta un relato con mayor densidad conceptual y metáforas químicas, “Guillermo de la vaca, el gran alquimista malboro del paleolítico... soñaba con crear un gran cigarrillo cuántico que podría reducir a átomo y cualquier pulmón... usaba alquitrán condensado y Magnolia resguardaba la receta secreta”, aquí se observan nociones avanzadas sobre elementos, compuestos y procesos de fabricación, mezclado con ficción. Se trata de una

apropiación científica crítica, en tanto el grupo parodia la producción industrial del cigarrillo, evidenciando conciencia sobre su toxicidad.

El grupo 3 hace un énfasis en las consecuencias del consumo y utiliza un lenguaje cercano a la divulgación “en el reino del monóxido de carbono el aditivo guardaba su castillo... un adicto con cáncer de pulmón planeaba quedarse con la nicotina... murió de un infarto”; el discurso mantiene una coherencia, demostrando una apropiación científica contextual y ciudadana, ya que asocia compuestos como monóxido de carbono, nicotina, dióxido de carbono con daños en la salud.

El grupo 4 adopta un enfoque expositivo: “En la ciudad habían cuatro químicos llamados los alquimistas del humo... creaban sustancias con diferentes compuestos químicos sin importar las consecuencias de los radioactivos”, el relato propuesto por el grupo incorpora un vocabulario técnico y muestra una postura crítica (apropiación científica), representando a su vez una apropiación ciudadana ética y crítica, considerando que los estudiantes reconocen que la ciencia puede tener consecuencias sociales y ambientales negativas si se usa sin responsabilidad.

El grupo 5 incluye un lenguaje poético “En prominencia de exigencia la secuela presencia olor a nicotina... los átomos enlazan su estructura... el arquero la reacción química en mi cerebro deja manifiesto, sinapsis en mis hemisferios.”, en este estilo de escritura abstracto, se evidencia una apropiación científica conceptual, al integrar términos como “átomos, reacciones químicas, sinapsis”, lo que indica una comprensión elemental de procesos moleculares y biológicos; sin embargo, también se refleja una apropiación ciudadana crítica al asociar los efectos del cigarrillo con alteraciones neuronales y estados de adicción.

Con ayuda de Nvivo 12 se obtiene un mapa ramificado (figuras 28 y 29)

príncipe	bruja	patecabra	cuento	justo	ogro	alternativ	búsqueda	camino	causante	cerezos	chica	claudia	cogerlo	comentó
	esposo		enemigo	lado	pirotécnico	armando	compañ	cuerpo	cueva	daba	daga	dama	dañand	daño
tesoro	francisco	plan	fabuloso	legendaria	reino	arquero	confabul	debía	desesper	después	dominal	donde	dorada	dueño
			calle	hombre	loco	robar	baltazar	convirtie	dedos	ejecutarl	estaba	felices	fuelle	gallinist
fortuna	hija	castillo	jabón	necromante	tiempo	bonito	convirtie	dejando	embriaga	expectati	guardaba	habitaba	habitante	
			codiciado	junto	objetivo	vivia	briyith	convirtió	dejándol	enamora	extremo	guerrero	hacedor	haciéndo
hada	hombres					bueno	cristales	demás	enamoro	fábulos	había	hacia	hadas	

Figura 28

Mapa ramificado del Storytelling inicial sin química

Nota. Elaboración por Nvivo 12 (2025)

nicotina	cigarrillos	caja	elementos	reacción	adulterad	alquimis	balsas	castillo	consegui	cosecha	creaban	crear	creó	cualquie	cuántica
		cerebro	enfermedad	tabaco	afectó	alquitrán	boca	causar	cuántico	deja	deje	desató	después	diario	dióxido
	pulmón			agua	arquero	bruja	causó	cuerpo	dopamin	encontr	enlazan	esfumán	especial	estructu	
carbono	químicos	cigarrillo	monóxido	usaba	aisla	asesina	bústrido	cicarrillo	dama	dualidad	etapa	fabricar	falada	falló	felicidad
		compuestos	neuronas	adicción	aislar	átomo	cambios	compró	daño	dudosa	exigenci	filtros	gloria	grandes	graves
cáncer	adicto	consumo	química	adictivo	alcaloid	átomos	cardiova	condens	debido	ebria	expende	fuerte	guarda	guerrero	guillerm
				aditivo	alquimis	aumenta	cartas	consecu	decidier	ello	explotab	fumar	guarda	había	habían

Figura 29

Mapa ramificado del Storytelling inicial con química

Nota. Elaboración por Nvivo 12 (2025)

Evidenciando que el discurso sin química se centra en lo cotidiano/simbólico basado en emociones, hábitos, presión social, salud y ambiente; opuesto al químico, que incorpora un léxico científico con estructuras explicativas que involucran procesos, efectos fisiológicos y ambientales, referenciando datos o experimentos.

A la luz de la matriz de análisis se puede decir que:

Tabla 11

Matriz del Storytelling inicial

Categoría matriz	Evidencia (sin química)	Evidencia (con química)	Lectura acción
Saber científico	Nombres generales como “humo”, “tóxico”.	Sustancias y procesos: nicotina, CO, HAPs, combustión incompleta, hemoglobina, dopamina.	Diseñar tareas que obliguen a explicar mecanismos, ejemplo, traza el camino del CO en sangre.
Saber ciudadano	Ética/ambiente, rechazo social al humo	Ética con evidencia política, campus, prevención con datos, reducción al daño	Pedir posicionamientos argumentados con fuentes o datos del lab
Saber didáctico	“Me ayudó a pensar”, “reflexioné”	Uso de formatos como storytelling, Canva, lenguaje más técnico	Rúbrica de argumentación donde: evidencia → afirmación → conclusiones
Integración CTSA	Implícita (mal hábito, contaminación)	Explícita (industria, regulación, salud pública, ambientes libres de humo)	Simular audiencia pública: actores y decisiones basadas en evidencias.

Nota. Elaboración propia (2025).

En la lectura cualitativa por dimensiones se evidencian señales de apropiación progresiva del conocimiento en los participantes. En la dimensión científica, el grupo transita del nivel **D** al nivel **L**, al comenzar a nombrar sustancias específicas y al introducir explicaciones parciales sobre los procesos involucrados. En la dimensión ciudadana, el avance se da de **L** a **A**, con la formulación de argumentos más sólidos, éticos y sustentados en evidencias. En cuanto a la dimensión didáctica correspondiente a los profesores en formación, se observa un progreso de **D** a **L**, diferenciado por un uso más consciente de los formatos y la identificación de la necesidad de aclarar la rúbrica y la relación entre evidencia y argumento.

En la dimensión CTSA, también pasa de **D** a **L**, ya que se reconocen actores y regulaciones, aunque persiste la necesidad de profundizar en los dilemas y en la contextualización mediante datos locales. Este avance se refleja en la transición de producciones sin contenido químico, centradas en juicios de valor como “fumar hace daño y contamina; en la universidad debería respetarse a quienes no fuman”, hacia producciones con contenido químico

tabaco, combustión, cáncer y daño del sistema inmunitario. Sin embargo, la presencia simultánea de sustancias químicas y consecuencias biológicas o sociales evidencia dos ejes discursivos dominantes: uno de naturaleza conceptual que es la identificación de conceptos, y otro de carácter valorativo enfocado a efectos del consumo.

Este tipo de discurso mixto sugiere que los estudiantes reconocen la existencia de procesos químicos, pero los explican desde una perspectiva cotidiana y moral, más centrada en los efectos que en los mecanismos moleculares. Así, expresiones como: cáncer, dopamina o daño neuronal, reflejan una comprensión empírica del fenómeno, mientras que el monóxido de carbono y combustión evidencian nociones iniciales de contenido científico.

- Para la tercera parte de la primera sesión, los estudiantes respondieron seis preguntas en un Padlet virtual *“¿Qué elementos químicos y reacciones crees que se esconden en un cigarrillo antes durante y después de encenderlo?”*, *“¿Qué huella ambiental imaginas que deja el cigarrillo desde su producción hasta la lolilla arrojada al suelo?”*, *“¿Cómo abordarías el tema del cigarrillo en una clase de química sin caer en sermones, pero sin perder el sentido crítico?”*, *“¿La creación de cigarrillos electrónicos son una solución para los fumadores o es una estrategia para atraer consumidores?”*, *“¿El consumo de cigarrillos responde más a una decisión personal o a la influencia de factores externos?”*, *“¿Si tu cuerpo fuera una fábrica química, ¿qué compuestos del cigarrillo la harían dejar de funcionar?”*, elaboradas con el propósito de promover la reflexión en torno a la química del cigarrillo y sus implicaciones sociales, ambientales y de salud. Las respuestas debían construirse a partir de la observación y el análisis de tres videos seleccionados previamente, los cuales abordaban temas como los componentes del cigarrillo, los efectos del humo en el organismo y la contaminación generada por las colillas:

Tabla 12

Videos para responder el Padlet

<p>Video 1: Colilla de cigarillo, cómo contamina.</p>	 <p>Colilla de cigarillo, cómo contamina.</p> <p>Sustentar TV 49.9 k suscriptores</p> <p>Unirse Suscribirse</p> <p>19</p> <p>Compartir Guardar</p>
<p>Video 2: Las colillas de cigarillo y su impacto ambiental - Universidad ECCI</p>	 <p>Las colillas de cigarillo y su impacto ambiental - Universidad ECCI</p> <p>Universidad ECCI 5.7 k suscriptores</p> <p>Suscribirse</p> <p>Compartir Guardar</p>
<p>Video 3: Informe imperdible: ¿Sabías que el cigarillo tiene, entre otras cosas, veneno para ratas?</p>	 <p>Informe imperdible: ¿Sabías que el cigarillo tiene, entre otras cosas, veneno para ratas?</p> <p>eltrece 14.3 M de suscriptores</p> <p>Suscribirse</p> <p>80</p> <p>Compartir Guardar</p>

Nota. Elaboración propia (2025).

Posterior a la visualización de los tres videos, los estudiantes respondieron de forma colaborativa las preguntas que guiaron su reflexión hacia los componentes del cigarrillo, las consecuencias del consumo, la relación con el ambiente y hasta la percepción de cigarrillos electrónicos. El análisis del discurso de estas respuestas permite identificar la manera en que los participantes articulan el conocimiento químico con dimensiones éticas, sociales y ambientales, evidenciando procesos de apropiación de saberes.

Las respuestas de los estudiantes (ver Anexo 3) y figura 31, evidencian una orientación hacia la identificación de compuestos químicos y su relación con efectos tóxicos. Entre las sustancias con mayor frecuencia se encuentra nicotina, alquitrán, arsénico, tolueno, amoníaco, plomo, cadmio, formaldehído, cianuro, monóxido de carbono y metales pesados. Por ejemplo, un estudiante escribió “un cigarrillo antes de encenderse tiene nicotina y aditivos; al prenderlo, la combustión libera monóxido de carbono, alquitrán y radicales libres y después quedan cenizas y toxinas que permanecen en el aire y en el cuerpo”, otro señaló “Antes de prender el cigarrillo ya tiene nicotina, metales como plomo, cadmio y arsénico, además de aditivos y azúcares, cuando se enciende se forman compuestos como lo son el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, alquitrán, cianuro, amoniaco, tolueno que daña los pulmones”; estas afirmaciones reflejan la apropiación científica conceptual, ya que los estudiantes no sólo nombran las sustancias, sino que las asocian con sus efectos biológicos, mostrando comprensión de la relación causa-efecto entre los compuestos químicos y los daños en la salud humana. De igual forma, hay discursos con un carácter contextual y crítico, donde los estudiantes analizan el papel de la industria tabacalera y los efectos del consumo, por ejemplo, otro argumento como “sobre los cigarrillos electrónicos, varios estudiantes afirmaron que también contiene nicotina y son dañinos, y que aunque no produzcan humo, igual afectan al cerebro”, esta expresión revela una posición crítica frente al marketing científico, reconociendo que la información sobre productos químicos pueden manipularse para mantener hábitos de consumo.

10 litros de agua y los peces que consumimos están contaminados.” (Saray Arévalo, 2025, p XX), “El cultivo del tabaco consume agua y pesticidas; la colilla libera micro plásticos y metales pesados durante años.” (Esteban Bernal, 2025)

Evidenciándose, así, un elevado nivel de conciencia ambiental y ecológica, capacidad de cuantificar el impacto (“10 L de agua por colilla”), mostrando uso de conceptos científica contextualizados e integración de una visión sistémica del daño ambiental (suelo-agua-ser humano) y se pueden categorizar como un nivel avanzado.

El saber didáctico y reflexivo se visualiza en las preguntas sobre cómo abordar el tema en clase, los estudiantes proponen actividades experimentales, comparación con sustancias cotidianas y análisis de reacciones químicas sin moralizar.

“Yo lo abordaría mostrando el cigarrillo como un caso real de química aplicada: explicar qué sustancias contiene, qué reacciones ocurren y qué productos químicos se generan. Luego, invitaría a analizar datos científicos.” (Esteban Bernal, 2025); “Mostraría las sustancias como el amoníaco o el talio, sus efectos y cómo se usan también en veneno para ratas, sin decir si está bien o mal, solo mostrando sus efectos.” (Steeven Arias, 2025). Por tanto, los futuros docentes comprenden la necesidad de un discurso no sermoneador, apoyado en evidencia científica y estrategias participativas. Se refleja una visión didáctica emergente: enseñanza a través de la experimentación y aprendizaje activo, favoreciendo un proceso que avanza desde el nivel de desarrollo hasta el de logro.

Las respuestas sobre los cigarrillos electrónicos revelan pensamiento crítico frente al mercado y las políticas de consumo. “No es una solución, es una estrategia de marketing para atraer nuevos consumidores; contienen más nicotina que los cigarrillos tradicionales.” (Paula Velásquez, 2025)

“Parecen una alternativa, pero transforman la adicción; son un ejemplo de cómo la tecnología puede disfrazar el riesgo.” (Esteban Bernal, 2025). La mayoría interpreta el cigarrillo electrónico como problemática tecnológica y ética, el discurso incluye actores (industria, publicidad, consumidores, jóvenes), haciendo una lectura CTSA auténtica, se percibe pensamiento crítico y ético en evolución, por tanto, se podría clasificar como un tránsito de nivel logrado a avanzado.

En las preguntas sobre decisión personal o influencia externa, los estudiantes equilibran libertad individual con presión social y emocional.

“El consumo mezcla ambas cosas: parece personal, pero pesan la publicidad, la cultura y la presión social.” (Esteban Bernal, 2025), “Muchas veces es decisión propia, pero también respuesta a ansiedad o depresión; las consecuencias son responsabilidad del individuo.” (Paula Velásquez, 2025). En este sentido, se reconocen factores biopsicosociales que conducen a una visión compleja y empática del fenómeno, desarrollo de juicio moral autónomo, no dogmático, por tanto, alcanzan un nivel Avanzado. En la última pregunta, los estudiantes logran poetizar la ciencia: “Si mi cuerpo fuera una fábrica, el monóxido me dejaría sin aire, la nicotina movería mis hilos, el alquitrán taparía mis caminos.” (Esteban Bernal, 2025)

Constituyendo un buen ejemplo de saber científico narrativo, donde la química se vuelve lenguaje de autoconocimiento y ética, demostrando el impacto afectivo e intelectual de la estrategia, se plantea la siguiente información:

Tabla 13

Resultados del proceso de aprendizaje según las dimensiones de análisis primera sesión

Dimensión	Nivel promedio	Evidencia clave
Saber científico	L – A	Combustión, CO, alquitrán, nicotina y dopamina
Saber ciudadano	A	Impacto ambiental, responsabilidad social.
Saber didáctico	D – L	Estrategias activas, explicación no moralizante
Integración CTSA	L – A	Crítica a cigarrillo electrónico y consumo
Ética	A	Reflexión empática sobre decisión personal

Nota: Elaboración propia (2025).

El análisis del Padlet afirma que los estudiantes alcanzaron un pensamiento químico crítico y una conciencia ética-ambiental consolidada, esto se debe a que la temática del cigarrillo se transformó como un objeto cotidiano como fenómeno químico, social y tecnológico. Las intervenciones evidencian el éxito de la estrategia didáctica gamificada al articular ciencia, ética y ciudadanía bajo el enfoque CTSA.

7.1.3. Sesión No. 2

Se permitió a los estudiantes profundizar en la comprensión de la química a través del cigarrillo, mediante un recorrido interactivo diseñado en una plataforma digital “Canva”. Se inició la exploración del recurso, donde integraba distintos mundos

temáticos como: nicotina, metales pesados, humo, colilla y compuestos orgánicos, es importante tener en cuenta que cada mundo contenía lecturas, videos y retos, acorde a la elección inicial, donde los estudiantes debían resolver a su propio ritmo, generando una independencia, la comprensión de la lectura y la aplicación del conocimiento previo.

Cabe aclarar que, a medida que avanzaban, los estudiantes tomaban apuntes en sus cuadernos (Ver Anexo 4), consultaban información y compartían sus dudas con los docentes en formación, quienes eran los que orientaban el proceso mediante preguntas guiadas o indicaciones como revisar nuevamente el recurso, fomentando la búsqueda de respuestas.

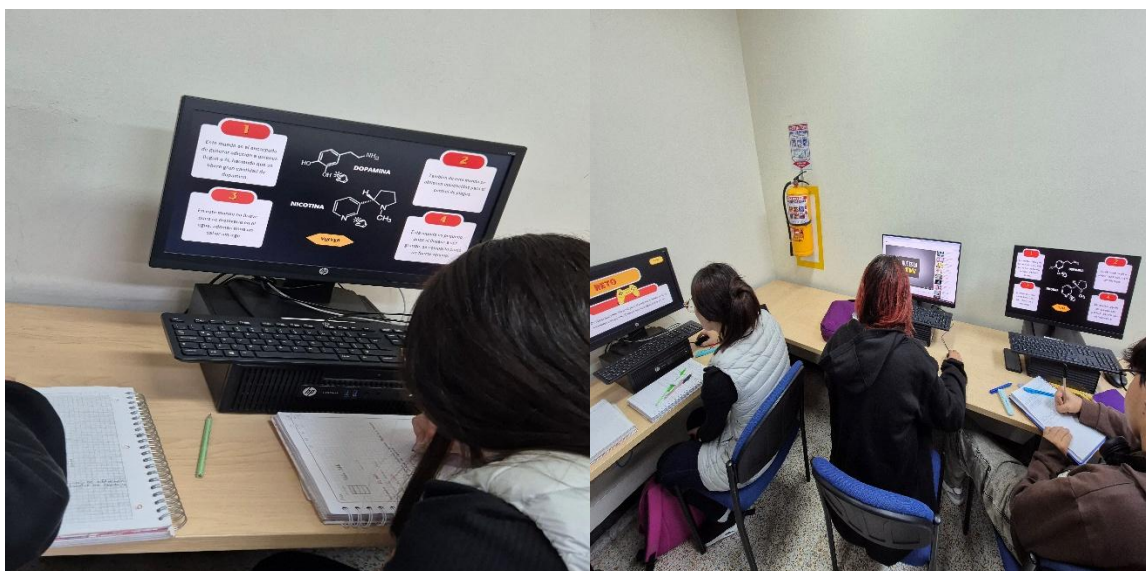


Figura 32

Estudiantes desarrollando el Canva interactivo

Nota. Fotografía tomada por autoría (2025).

Uno de los momentos con mayor rigurosidad fue el reto del mundo de la nicotina, donde los estudiantes debían superar un reto que estaba en la plataforma Genially, el cual se fundamenta en identificar la reacción de combustión completa e incompleta de esta sustancia, claramente balanceada, ante ello, los estudiantes que llegaron a ese punto del reto se les solicitó que pasaran al tablero para desarrollar la ecuación, además de explicar su procedimiento, generando un espacio de socialización, que también se había mencionado durante la sesión 1.

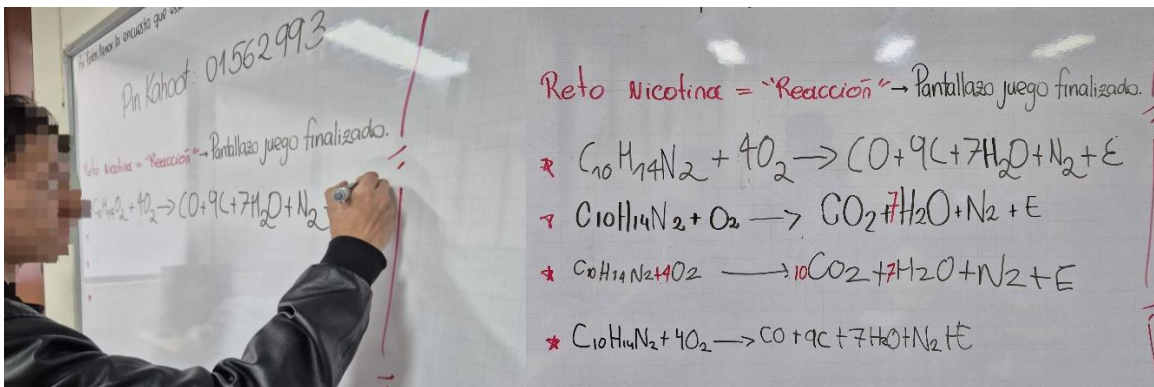


Figura 33

Estudiantes realizando reacción de combustión

Nota. Fotografía tomada por autoría (2025).

Sin embargo, durante el desarrollo de la actividad, surgieron observaciones relacionadas con el lenguaje científico, específicamente en el uso de símbolos para expresar unidades, entre ellas la confusión de la letra "G" mayúscula y la letra "g" minúscula al momento de expresar los gramos, lo que permitió reforzar la notación química promoviendo la reflexión sobre la escritura científica, no obstante, se les mencionó a los estudiantes que el error trascendía a la tipografía de la plataforma.

❤️❤️

NIVEL 3/5

nicotine

C10H14N2

Ahora teniendo en cuenta la fórmula de la nicotina, ¿Cuál es el peso molecular de este compuesto?

162,23 G/MOL

145,63 G/MOL

240,53 G/MOL

Powered by genially

Figura 34

Reto de la nicotina del Canva interactivo

Nota. Elaboración propia en Genially (2025).

Cabe señalar que, se abordaron aspectos de representación molecular, explicando que en las estructuras orgánicas los vértices representan átomos de carbono, esta explicación facilitó el entendimiento del número de enlaces y la determinación de

masas moleculares, entonces, los estudiantes aplicaron lo aprendido al calcular pesos moleculares de algunos compuestos químicos mostrados en el reto de la nicotina, consolidando así la relación entre la teoría vista en clase y aplicación práctica:

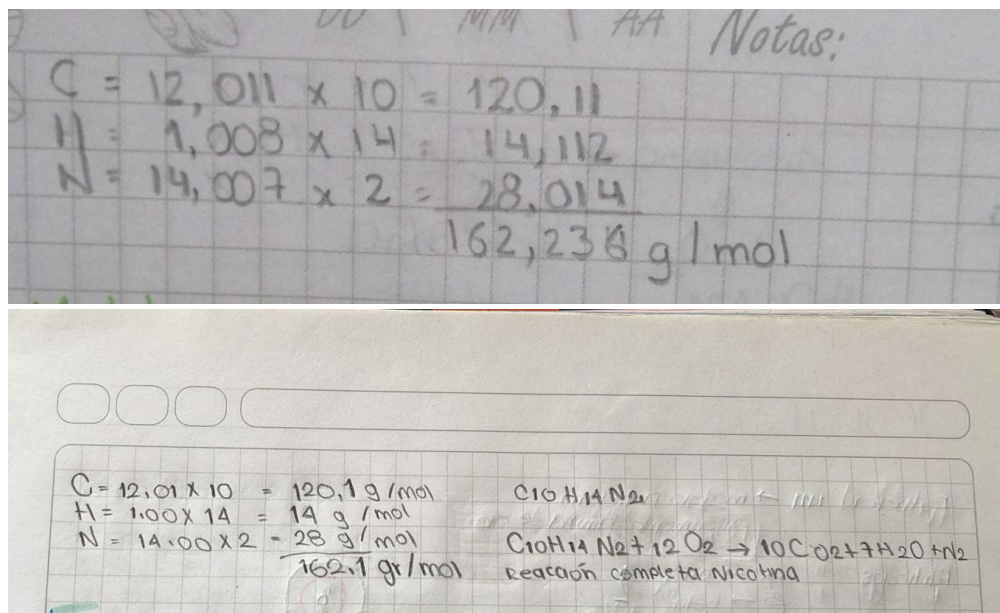


Figura 35

Cálculo peso molecular de la nicotina por algunos estudiantes

Nota. Fotografía tomada por Esteban Bernal y Paola Ruíz (2025).

Durante el desarrollo de la sesión, se evidenció un ambiente participativo y colaborativo, puesto que los estudiantes partícipes generaron motivación al observar que algunos de sus compañeros avanzaban más rápido, generando entre sí una competencia académica. Este componente lúdico además del formato del recorrido por los mundos del cigarrillo contribuyó a mantener la atención de los estudiantes y el interés en contenidos químicos abordados. Finalmente, la sesión terminó con la explicación del laboratorio correspondiente a la sesión 3 (determinación de metales pesados y compuestos orgánicos). Esta explicación permitió conectar aprendizaje teórico con práctica de laboratorio, identificando contaminantes del cigarrillo y posibles efectos en la salud y ambiente.

En la segunda sesión, el discurso que se generó durante la segunda sesión evidenció un avance en la construcción y apropiación del conocimiento científico, beneficiado por la interacción de herramientas digitales y la apropiación de conceptos químicos. Los estudiantes pasaron de la comprensión general del fenómeno del cigarrillo a una aproximación más reflexiva, en la que reconocieron transformaciones de la materia e implicaciones ambientales de dichas reacciones.

Desde el saber científico con carácter conceptual, los estudiantes identificaron y aplicaron conocimientos relacionados al proceso de combustión completa e incompleta, además de la representación estructural de compuestos orgánicos. Durante el desarrollo del reto sobre la nicotina, su participación al balancear la ecuación en tablero mostró una comprensión sobre los elementos o compuestos que intervienen en las reacciones químicas, como la importancia entre proporción de reactivos y productos. El análisis de los productos como monóxido y dióxido de carbono permitió vincular el contenido teórico con los fenómenos cotidianos, reforzando el componente contextual del saber científico. En la apropiación contextual de dicha apropiación se establece cuando los estudiantes relacionaron las reacciones químicas con efectos del cigarrillo en la salud y el ambiente, entendiendo que detrás de una acción como encender el cigarrillo también ocurren transformaciones químicas al liberar sustancias tóxicas, por lo tanto, esta relación entre la teoría y el contexto social, permitió que los estudiantes interpretaran la química como una ciencia viva que en sí está vinculada con problemas ambientales, ahora, el uso de unidades y símbolos (g – G), permitió fortalecer la conciencia sobre la precisión en la comunicación de resultados. La apropiación crítica reflejó en reflexiones naturales durante la sesión, específicamente cuando los estudiantes cuestionaron el papel de los compuestos que están inmersos dentro del cigarrillo y las consecuencias sobre el organismo. Estas discusiones que se originaron durante el reto mostraron una circulación enfocada a la comprensión crítica del conocimiento, donde se realiza un análisis de implicaciones: social y biológica; dentro de las reacciones estudiadas.

En la apropiación didáctica resultó significativa la metodología, ya que el uso de una plataforma digital resultó ser una estrategia de innovación generando una motivación, ya que los estudiantes al avanzar a su propio ritmo exploraban recursos audiovisuales poniendo a prueba su conocimiento mediante desafíos concretos. Un factor a tener en cuenta es que el enfoque no se centra sólo en la transmisión de contenidos, sino que promueve un aprendizaje autónomo y participativo. La variación que hubo entre la exploración individual con los espacios de socialización conjunta, como el balanceo en el tablero, reconfortó la comprensión colaborativa y el intercambio de saberes entre los mismos estudiantes. Dicho lo anterior, la dimensión reflexiva permitió que los estudiantes identificaran sus propios errores y revisaran fuentes, considerando respuestas con base en alguna evidencia. La corrección que se generó por el símbolo gramos expresó un detalle técnico que permitió generar una oportunidad de reflexión acerca de la importancia en la escritura, que es una rigurosidad en las ciencias. También, el diseño visual gamificado del Canva permitió generar una atención en el recurso, fomentando en ella la curiosidad, elemento que hace parte de la apropiación didáctica innovadora.

Finalmente, la apropiación del saber ciudadano estuvo vinculada en la sesión, mediante la comprensión del impacto ambiental y social del cigarrillo, pues la conexión entre los compuestos estudiados como los metales pesados y productos de estos, permitió que los partícipes reflexionaran sobre la responsabilidad no sólo individual, sino colectiva frente al consumo. La explicación sobre el desarrollo del laboratorio de la sesión #3, reforzó cómo los residuos del cigarrillo alteran a los ecosistemas, afectando los seres vivos. Un punto de vista ético y crítico se basa en cómo los estudiantes mostraron disposición para observar el problema desde la perspectiva científica y social, entendiendo que la química no sólo explica fenómenos, sino que permite tomar decisiones informadas para un bien común. Por lo tanto, este proceso evidencia una apropiación ciudadana crítica, en la que la reflexión sobre el consumo del cigarrillo se transforma en un ejercicio de responsabilidad ambiental y ética personal.

En conclusión, la sesión reflejó una integración de los saberes (científico, didáctico y ciudadano), ya que el saber científico se basó en la comprensión de reacciones y estructuras; el didáctico, en la participación con herramientas digitales; y el ciudadano, acerca de implicaciones sociales y ambientales de la química del cigarrillo. Dicha experiencia permitió que los estudiantes recorrieran de la observación superficial a una interpretación crítica del fenómeno, fortaleciendo su formación científica como futuros docentes de química y su sentido de pertenencia frente a la ciencia como herramienta de transformación social.

7.1.4. Sesión No. 3

Se tuvo como propósito la identificación de metales pesados y compuestos orgánicos presentes en el cigarrillo, integrando en ellos los saberes teóricos adquiridos con la práctica experimental en el laboratorio. Para ello, se empleó la espectroscopía de absorción atómica como técnica analítica para determinar la presencia de algunos metales como el plomo, cadmio y níquel, reconociendo su relación con los riesgos toxicológicos del humo del cigarrillo. A su vez, se abordó el análisis de compuestos orgánicos asociados a la combustión del tabaco, como la nicotina y los hidrocarburos aromáticos, todo con el fin de comprender sus efectos en la salud humana y el ambiente. Esta sesión consolidó la articulación entre química analítica, química orgánica y educación ambiental, promoviendo una mirada crítica frente al impacto del consumo y la producción del cigarrillo desde un enfoque CTSA.

- Determinación de metales pesados: (ver Anexo 1), después de realizar los procedimientos, se obtuvieron los siguientes resultados de porcentaje de cenizas y concentración inicial de Ni^{2+} por muestra:







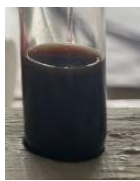





Tabla 14*Porcentaje de cenizas en una muestra de cigarrillo por grupo*

	Peso de muestra inicial	% Cenizas	Concentración Níquel (mg/g)
Grupo 1	1,988 g	10,26 %	0,0064 mg/g
Grupo 2	1,889 g	16,51 %	0,0061 mg/g
Grupo 3	2,008 g	15,6 %	0,0068 mg/g
Grupo 4	1,640 g	8,90 %	0,0050 mg/g

Nota. Elaboración propia (2025).

- Determinación de compuestos orgánicos: (ver Anexo 1), después de realizar los procedimientos, se obtuvieron los siguientes resultados de pruebas cualitativas.

Tabla 15*Pruebas cualitativas para detección de compuestos orgánicos en muestra de cigarrillo*

	Dragendorff	Mayer	Baeyer	Botella plástica
G2				
G3				
G4				

Nota. Fotografía tomada por algunos estudiantes de Teorías Químicas I (2025).

Al analizar el porcentaje de cenizas en el cigarrillo nos permite estar la cantidad de material inorgánico residual que queda tras la combustión del tabaco, contando el papel y los aditivos presentes que puedan estar en las distintas marcas de cigarrillo. En esta práctica de laboratorio los resultados que se obtuvieron reflejan un porcentaje de ceniza que oscila entre 8,90% y 16,51%, lo que indica una gran diferencia entre las distintas marcas analizadas. Estas variaciones se le pueden atribuir a la composición del tabaco, al tipo y cantidad de aditivos que se usó en su procesamiento industrial, como también la característica del papel y los filtros.

Un porcentaje alto de cenizas, como el obtenido en los grupos 2 y 3 respectivamente (16,51% y 15,6%), esto nos da a entender que contienen un mayor contenido de compuestos minerales, como carbonatos, óxidos metálicos y sales, los cuales quedan retenidos después de la combustión. Estas diferencias dejan en evidencia que cada marca de cigarrillo tiene formulaciones distintas en la elaboración de este, unas con más componentes inorgánicos o con aditivos que contribuyen a modificar la velocidad de combustión y el sabor del cigarrillo.

Ahora bien, el contenido de metales pesados empezando por el níquel, vemos que los valores obtenidos se encuentran entre 0,0050 mg/g y 0,0068 mg/g, lo que equivalen en un aproximado de 5 a 7 ppm. Estas concentraciones que aparentan estar bajas son muy relevantes si consideramos la toxicidad del níquel cuando este se acumula. Durante la combustión del cigarrillo, una parte de este metal se volatiliza y pasa al humo, pudiendo ser inhalada por el fumador. Estudios toxicológicos indican que el níquel inhalado se asocia con efectos carcinogénicos y respiratorios adversos, ya que se acumula principalmente en pulmones y sangre, afectando la función celular y generando estrés oxidativo (Ajab et al, 2014, Characterization of Toxic Metals in Tobacco, Tobacco Smoke and Cigarette Ash). Para un consumidor muy frecuente, la exposición crónica a estas cantidades del metal puede estar por encima de los límites recomendados por organizaciones mundiales como la OMS, la cual establece valores guía muy bajos para el níquel en aire ambiente debido a su carácter cancerígeno.

Además, se ha demostrado que la mayor parte de los metales presentes en el tabaco no se eliminan completamente con la combustión, sino que una fracción significativa pasa al humo y otra queda retenida en la ceniza, la cual también constituye un residuo contaminante para el ambiente (Ren et al., 2017, Analytical Methods).

Por otra parte, en la determinación de plomo y cadmio no se tienen resultados óptimos, y esto se le atribuye a diferentes factores, uno de ellos se debe a que el equipo de absorción atómica utilizado no contaba con el sistema de horno de grafito, que es el método más adecuado para la detección de metales pesados a

concentraciones bajas, a técnica de flama empleada tiene límites de detección más altos y, por tanto, no logra identificar trazas tan pequeñas como las que normalmente se encuentran en el cigarrillo. Estos dos metales mencionados se encuentran en cantidades del orden de microgramos por gramo, por lo que requieren una sensibilidad instrumental mucho mayor. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA Method 7010, 2015) el uso del horno de grafito permite atomizar la muestra en etapas controladas y mejorar la sensibilidad hasta niveles del orden de partes por billón, lo que resulta esencial para metales como el cadmio y el plomo.

Otra de las causas de no obtener resultados de estos metales, puede ser a la cantidad de muestra utilizada, ya que al contener tan baja concentración de estos metales se tenía que tomar una muestra mucho más significativa como por ejemplo 10 cigarrillos por marca, para que el equipo pudiese captar con más claridad la señal. Para terminar, esta práctica permitió evidenciar la importancia de la medida en química como la base fundamental para lograr obtener e interpretar resultados confiables de la experimentación. Cada procedimiento, desde la preparación de las soluciones hasta la determinación de las concentraciones y cuantificación de la composición de la muestra, esto exige un manejo riguroso de unidades adecuadas para así mismo tener resultados con exactitud y precisión.

La precisión se vio evidenciada en la repetibilidad de los datos obtenidos, mientras que la exactitud dependió de la buena calibración de los equipos y del uso apropiado de los instrumentos de laboratorio. Este ejercicio nos permitió reconocer que pequeñas variaciones en volumen o masa de algún insumo de laboratorio afecta el resultado, como lo fue en la cantidad de muestra que se tomó para ser analizada. En conclusión, la experiencia fortaleció la comprensión de que la química, más allá de ser una ciencia experimental, se sustenta en la rigurosidad de la medida y en la capacidad del analista para garantizar datos confiables, comparables y expresados en unidades normalizadas dentro del Sistema Internacional.

Los resultados obtenidos en el laboratorio de orgánica, y las pruebas cualitativas que se le realizaron a la muestra, permiten evidenciar la presencia de diferentes compuestos químicos que, al ser liberado durante la combustión pueden presentar un alto riesgo a la salud humana.

En primer lugar, se realizó la prueba de Mayer que su resultado fue positivo, indicando así la presencia de alcaloides, que son compuestos orgánicos nitrogenados que reaccionan con el reactivo formando un precipitado blanco o en ocasiones amarillento. En el tabaco como tal esta un alcaloide muy importante como lo es la nicotina, sustancia altamente adictiva que actúa sobre los receptores de acetilcolina en el sistema nervioso, generando dependencia, aumento de la presión

arterial y alteraciones cardiovasculares (National Center for Biotechnology Information, 2012). Este resultado positivo confirma que, incluso sin una determinación cuantitativa de este compuesto, el cigarrillo contiene moléculas bioactivas con efectos nocivos para el cuerpo humano.

Por otro lado, la prueba de Dragendorff dio un resultado negativo, lo que puede parecer un poco contradictorio del resultado de la prueba anterior. Sin embargo, este resultado distinto podría explicarse porque los compuestos que esta prueba determina, incluyendo alcaloides, se encuentran principalmente en el humo del cigarrillo. Algunas investigaciones sobre la composición del humo de tabaco señalan que la mayoría de los alcaloides, incluida la nicotina, se liberan y volatilizan durante la combustión, quedando en menor proporción en el residuo del cigarrillo (Tobacco in Australia, 2018). Teniendo en cuenta lo anterior, el resultado negativo no implica la ausencia de estos compuestos, sino una limitación del ensayo al analizar la muestra en estado sólido y expone la importancia del humo como una fuente principal de toxicidad.

La prueba de Bayer dio un resultado positivo, indicando la presencia de compuestos orgánicos insaturados o sustancias con dobles o triples enlaces que son susceptibles a la oxidación. En el contexto del cigarrillo, indica la existencia de hidrocarburos y derivados orgánicos formados durante el proceso de combustión del tabaco. Estos compuestos son altamente reactivos y pueden originar productos tóxicos como aldehídos, cetonas y radicales libres, los cuales contribuyen al estrés oxidativo y al daño celular en los tejidos pulmonares. Según un estudio de la revista *Toxics* (MDPI, 2022), los hidrocarburos aromáticos policíclicos y otros compuestos insaturados del humo son los responsables de procesos inflamatorios y mutagénicos asociados con el cáncer de pulmón y enfermedades cardiovasculares. Por lo anterior, este resultado permite afirmar que la oxidación observada en la prueba de Bayer está directamente vinculada con el potencial carcinogénico del cigarrillo.

Para finalizar, la evidencia visual del alquitrán fue indispensable; el algodón colocado en la botella se impregnó de residuos amarillentos y oscuros, confirmando la presencia de la fase particulada del humo, comúnmente denominada "tar". Esta fracción contiene miles de sustancias químicas, entre ellas hidrocarburos aromáticos, nitrosaminas, metales pesados y compuestos fenólicos (U.S. National Library of Medicine, 2012). La exposición continua al alquitrán inhalado está asociada con procesos cancerígenos, irritación de las vías respiratorias, pérdida de elasticidad pulmonar y mutaciones genéticas (World Health Organization, 2023). Además, el alquitrán es responsable del color oscuro de los pulmones de fumadores crónicos, ya que se deposita progresivamente en el tejido pulmonar.

Los laboratorios desarrollados con los estudiantes de la asignatura Teorías Químicas I, tanto en la determinación de metales pesados presentes en las cenizas del cigarrillo como el de pruebas cualitativos con sustancias orgánicas, hacen parte de diferentes escenarios para la integración de diferentes saberes, como lo son; científicos, conceptuales, ciudadanos y ambientales. Estos espacios permiten a los estudiantes no solo componer fundamentos de la química, sino también problematizar su papel frente a distintos fenómenos de salud pública y socio ambiental del consumo del tabaco desde una mirada de docentes en formación en química.

Desde los saberes científicos, los laboratorios impulsan el desarrollo del pensamiento experimental de la química. En el análisis de los metales pesados los estudiantes aplicaron procedimientos analíticos clásicos y comprendieron la función de los instrumentos usados para ese laboratorio, todo asociado a la toxicidad del cigarrillo. Este tipo de saberes fortalece la comprensión de conceptos como la concentración, sensibilidad analítica, límites de detección trazabilidad de los resultados, que forman parte de las teorías químicas sobre la estructura de la materia y sus transformaciones. Ahora bien, en el segundo laboratorio que fueron las pruebas cualitativas con sustancias orgánicas, permitieron reconocer las reacciones químicas específicas que caracterizan a los diferentes grupos funcionales orgánicos y como estos están relacionados a los compuestos del cigarrillo, de esta manera los saberes científicos se materializan no solo en la ejecución experimental, sino también en la capacidad de interpretar resultados y relacionarlos con la teoría.

Por otro lado, los saberes conceptuales se fortalecen cuando los estudiantes asocian lo observado en el laboratorio con los modelos y distintas teorías que explican la estructura y el comportamiento de la materia. En el laboratorio de metales pesados, conceptos como el número atómico, las configuraciones electrónicas o la formación de enlaces metálicos se vuelven esenciales para explicar por qué ciertos metales son más persistentes o bioacumulables. De igual forma, en las pruebas de química orgánica, las reacciones de oxidación, precipitación y adición permiten contextualizar los fundamentos de las teorías electrónicas del enlace y las interacciones moleculares. La reflexión conceptual se amplía al vincular la composición química del cigarrillo con los efectos biológicos de sus componentes, entendiendo que cada reacción observada refleja un principio químico fundamental, por ende, los saberes conceptuales dejan de ser contenidos abstractos para transformarse en herramientas que los mismos estudiantes pueden interpretar y así mismo permiten explicar los fenómenos de su vida cotidiana con implicaciones sociales y ambientales.

Ahora en los saberes ciudadanos, estos laboratorios fomentan la formación de una conciencia crítica frente al impacto del consumo de cigarrillo en la salud, el ambiente y la sociedad. Los estudiantes al analizar los metales pesados presentes en el cigarrillo no solo comprenden que este afecta a quien lo consume, sino también al entorno a través de la contaminación por residuos causados por procesos de lixiviación y también por las diferentes emisiones tóxicas. Asimismo, el reconocimiento del alquitrán y de las sustancias orgánicas detectadas en las pruebas cualitativas evidencia que el cigarrillo es una fuente compleja de contaminantes que dañan tanto al cuerpo humano como al ambiente. Esta comprensión permite promover actitudes ciudadanas responsables, basadas en la toma de decisiones informadas y el ejercicio de la autonomía frente al consumo. Los saberes ciudadanos se concretan en la capacidad de vincular el conocimiento químico con el bienestar colectivo, además de prácticas de autocuidado y prevención.

En esta línea, el enfoque de la educación en ciencias desde una perspectiva CTSA tiene gran relevancia. Los laboratorios sobre el cigarrillo permiten a los futuros docentes reflexionar sobre la relación que hay entre el desarrollo científico y los problemas actuales. Por lo mismo, se reconoce que el conocimiento químico no es neutro y que en él hay implicaciones éticas que deben ser discutidas en el aula. Asimismo, los saberes ciudadanos se transforman en saberes críticos, donde se piensa en la ciencia como un campo de acción social donde se cuestionan prácticas dañinas, aunque se promuevan alternativas sostenibles. Estos ejercicios permiten que los estudiantes comprendan la dimensión ecológica de la química, reconociendo cómo los procesos de combustión y de desecho impactan el equilibrio natural. También, se impulsa la discusión sobre responsabilidad humana en gestión de residuos, consumo consciente y la necesidad de políticas ambientales orientadas a la prevención del daño.

Para finalizar, en el espacio de Teorías Químicas I, esta integración de saberes representó un avance hacia una enseñanza más significativa, pues los estudiantes no sólo aprendieron a identificar reacciones o hacer un análisis en la interpretación de resultados, sino que tienen una visión más amplia del fenómeno químico, donde la ciencia se ve desde la perspectiva ética, social y ambiental; por lo tanto, cada laboratorio se convierte en un espacio de reflexión del conocimiento acerca de cómo se produce, qué explica y qué consecuencias tiene en la vida cotidiana. Dicho enfoque favoreció la formación integral del profesorado en ciencias, permitiendo que los futuros docentes desde su práctica pedagógica transformen escenarios donde se promueva la curiosidad, la crítica y el compromiso social.

7.1.5. Sesión No. 4


En la cuarta y última sesión de la estrategia didáctica tuvo como propósito evaluar la apropiación de los saberes construidos durante el proceso mediante:

- Elaboración de un storytelling individual y grupal. Cada estudiante redactó una historia en la que integró los conocimientos científicos, reflexiones éticas y comprensiones ambientales adquiridas en torno al cigarrillo y sus efectos. Posteriormente, usando las mismas tarjetas se conformaron los grupos de laboratorio para crear un relato colectivo, en el que combinaron las ideas individuales de una narración común. Esta actividad permitió identificar los cambios discursivos que se generaron durante la intervención de la estrategia didáctica, evidenciando un cambio en el discurso, es decir, de representaciones cotidianas del cigarrillo hasta explicaciones químicas, críticas y socialmente conscientes. Cabe aclarar que, el ejercicio sirvió como un espacio de evaluación formativa y reflexiva, en la que los estudiantes manifestaron lo aprendido sobre la química del cigarrillo, además del cambio de perspectiva frente al consumo y qué aprendizajes éticos y ambientales conservaron del proceso.

Las respuestas del storytelling se presentan a continuación:

Tabla 16

Storytelling final individual y grupal

Tarjetas	Individual	Grupal
	<p>Persona 5: En un mundo contaminado por el cigarrillo podemos cambiar la realidad y convertir un espacio libre de humos. Estos cigarrillos contienen más de 7000 sustancias químicas que 70 de ellas son tóxicas y cancerígenas, el monóxido de carbono afecta a nuestros pulmones, la nicotina, necesitamos reflexionar y cambiar estos malos hábitos, el mundo necesita nuestra ayuda, ese papel hace tanto esa celulosa que es casi imposible descomponer.</p>	<p>Grupo 1: Hace unos años el mundo estaba libre de toxinas, se respiraba aire puro y los animales tenían un hábitat seguro y tranquilo. A mediados del siglo XIX llegó la catástrofe a nuestro planeta con la aparición de 7000 sustancias químicas dentro de un pequeño tubo, en donde nadie tenía conocimiento de los efectos y las causas tan graves que esto conllevaría, estas sustancias son dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno. Esto llegó a</p>

Tarjetas	Individual	Grupal
	<p>Persona 9: Cada vez que encendemos un cigarrillo, el humo viaja hasta nuestra sangre. Los glóbulos rojos, antes llenas de oxígeno empiezan a mancharse, el monóxido los reemplaza poco a poco y de esta manera las células empiezan a desestabilizarse. Por lo tanto, aunque parezca solo humo por dentro todo nuestro cuerpo se está asfixiando.</p>	<p>crear una nube que por dentro tenía una compleja reacción química de combustión. Este producto se volvió tan famoso que por la inexperiencia de la gente los llevó a consumir esta sustancia, lo que genera que ese humo viajara hasta su sangre, por lo tanto, sus glóbulos rojos empiezan a mancharse y el monóxido los reemplaza poco a poco, generando que las células se desestabilicen. Por último, se empezó a haber afectada no sólo la especie humana sino también la fauna, extinguiéndose muchas especies que tenían un rol importante en nuestro planeta, además de contaminar el 10% de agua del mar.</p>
	<p>Persona 10: En este mundo el cigarrillo contamina el ambiente porque tiene compuestos como: dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno, además de contener otras sustancias que, aunque invisibles crean un daño en el mundo. En la imagen a simple vista parecía solo una nube gris, pero en su interior ocurría una compleja reacción química de combustión incompleta.</p>	
	<p>Persona 1: Érase una vez un joven llamado cadmio con 48 años ya en su vejez criticando por ser un metal de transición recibiendo bullying y matoneo por elementos como el flúor, bromo o yodo, o familias de ácidos fuertes como el ácido clorhídrico o el ácido sulfúrico teniendo reacciones fuertes. Pero no obstante nuestro amigo cadmio estaba en búsqueda de 6 novias para estar emocionalmente estable.</p>	<p>Grupo 2: En una ciudad gótica el alto nivel de contaminación por los cigarrillos dejó muchos rastros de monóxido de carbono, suelos infértiles y contaminación de recursos hídricos, también gracias al cigarrillo encontramos presencia de cadmio en los suelos y cuerpos de agua, esto trajo repercusiones a las células pulmonares, esto extinguió la humanidad y después de 5 milenios el planeta se recuperó de los daños causados por la</p>

Tarjetas	Individual	Grupal
	<p>Persona 2: Hace algún tiempo en tierra inhóspita pero no separada del mundo y su precaria condición por la contaminación, llegó un viajero alguien que decía venir de otro planeta donde actuaron a tiempo frente a las diferentes crisis, los suelos no estaban infértiles donde los organismos eran más sanos, como prueba de ello brindó un artefacto que no se veía hace mucho; una planta.</p>	<p>contaminación hecha por el cigarrillo causada por el gran consumo de cigarrillo.</p>
	<p>Persona 4: En la localidad de Kennedy se presentan masivas concentraciones de monóxido de carbono debido al desmedido consumo de los habitantes. Se generó una gran polución en el aire, se observa a simple vista el smog. Esto trae repercusiones ambientales graves. Hoy es un día gris para Kennedy y tan solo es el comienzo.</p>	
	<p>Persona 3: Cada noche en el viejo laboratorio abandonado se ve una tenue columna de humo salir de un matraz, dicen que pertenece al espíritu de un químico que intentó sintetizar la esencia del alma humano. En su villano experimento reemplazó los reactivos por tabaco, lágrimas, nicotinas y recuerdos que al encender el cigarrillo dentro del matraz su cuerpo desapareció, pero el humo sigue ahí esperando a que se descubra su fórmula.</p>	<p>Grupo 3: En el laboratorio, el níquel brillaba representando la energía y fortaleza, de la ciencia: un metal útil en creaciones y tecnologías que impulsaban el progreso. El plomo en cambio recordaba los errores del pasado cuando su uso contaminado afectando la salud humana. Entre ambas el cuerpo humano lleno de energía mostraba que todos los elementos viven dentro de nosotros.</p>

Tarjetas	Individual	Grupal
	<p>Persona 11: El níquel como compuesto que brillaba se usa en baterías, instrumentos y en algo destructivo como en el cigarrillo. Se enfrenta a un dilema de contaminación hacia el medio ambiente dañando hasta 10 L de agua, por eso científicos y comunidades trabajan juntos para encontrar maneras sostenibles de aprovecharlo sin herir al planeta.</p>	
	<p>Persona 12: En un tiempo no muy lejano, una clase de química fue diferente pues entró en juego el cigarrillo no como tabú sino como un pensamiento crítico. Se habló de los peligros, metales y reacción que ocurre con él, ya entrados en unas diapositivas interactivas se observó lo que hoy es una imagen que vale mil palabras. El plomo es un elemento químico que estuvo en un reto que fue en un laboratorio para identificar metales. Aunque no se obtuvo el dato exacto si dio el inicio para el cómo identificar el qué contiene el cigarrillo.</p>	
	<p>Persona 6: Durante muchos años en la ciudad de Bogotá estuvo cubierta por una densa nube de humo. Los habitantes apenas recordaban cómo era respirar sin sentir el ardor en el pecho. Ahora en esta ciudad es lo peor respirar ya que todo esto sucedió por culpa del humo del cigarrillo.</p>	<p>Grupo 4: Había una vez una ciudad llena de edificios, carros y humo. El aire era tan denso que costaba respirar. Las personas arrojaban colillas de cigarrillo por todas partes y no se daban cuenta que poco a poco el cielo se volvía gris. Los pulmones de los de los que habitaban esta ciudad se empezaron a enfermar,</p>

Tarjetas	Individual	Grupal
	<p>Persona 7: Era una ciudad muy grande y gris con edificios superaltos, las calles con muchos carros haciendo trancón, de las casas salía humo y se mezclaba en el aire y cubría el sol con una nube de neblina sucia. Así era siempre, nunca se veía el sol ni se veía el azul del cielo. Una niña puso una semilla en el techo de su casa teniendo esperanza a que se floreciera la planta y así se dio ejemplo y las demás personas empezaron a hacer y sembrar gracias plantas y se empezó a ver el color verde de la planta.</p>	<p>tosían mucho y no podían respirar aire puro. Un día la gente comprendió que si querían respirar aire puro nuevamente tenían que cuidar el medio ambiente dejando de fumar y tirando colillas.</p>
	<p>Persona 8: Con una colilla contaminamos diez mil veces su peso a la vida, aumentan los metales en las aguas servidas en cada uno de nuestros hogares contaminadas y el valor restarle al consumo social por consecuencia el impacto ambiental.</p>	<p>Grupo 5: El plomo, cadmio y níquel concurren por nuestras tierras, su reactividad y toxicidad representan riesgo de la humanidad, los ecosistemas se afectan y entra en problema la salud interna, los pulmones llenos de residuos al cáncer y problemas vasculares otorgan la base donde se sientan estas enfermedades.</p>

Nota: Elaboración propia (2025).

En los relatos aparecen recursos conceptuales a procesos de contaminación que antes eran sólo nombres sueltos o consecuencias abstractas (teniendo en cuenta el resultado de la sesión 1), por ejemplo: “En este mundo el cigarrillo contamina el ambiente porque tiene compuestos como: dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno, además de contener otras sustancias que, aunque invisibles crean un daño en el mundo. En la imagen a simple vista parecía solo una nube gris, pero en su interior ocurría una compleja reacción química de combustión incompleta”, “Cada vez que encendemos un

cigarrillo, el humo viaja hasta nuestra sangre. Los glóbulos rojos, antes llenas de oxígeno empiezan a mancharse, el monóxido los reemplaza poco a poco y de esta manera las células empiezan a desestabilizarse. Por lo tanto, aunque parezca solo humo por dentro todo nuestro cuerpo se está asfixiando”, “En la localidad de Kennedy se presentan masivas concentraciones de monóxido de carbono debido al desmedido consumo de los habitantes. Se generó una gran polución en el aire, se observa a simple vista el smog. Esto trae repercusiones ambientales graves. Hoy es un día gris para Kennedy y tan solo es el comienzo”, “Con una colilla contaminamos diez mil veces su peso a la vida, aumentan los metales en las aguas servidas en cada uno de nuestros hogares contaminadas y el valor restarle al consumo social por consecuencia el impacto ambiental”; estas frases muestran que la comprensión de los estudiantes dejó de ser con un ámbito de fábula o cuentos de fantasía, para volverse explicativa y contextual, ya que, nombran compuestos, describen procesos (combustión incompleta) y sitúan el problema en lugares concretos, como Bogotá o específicamente Kennedy. Además, combinan parte de la explicación química con imágenes ambientales y demandas éticas como contaminación, pérdida de hábitat o especies afectadas en los textos grupales.

- Como parte del proceso de cierre de la intervención, se invitó a los estudiantes a hacer una reflexión de manera grupal sobre los cambios en la perspectiva frente al cigarrillo después de todas las sesiones. Conforme a la pregunta “¿Cómo cambió la perspectiva que tenía del cigarrillo durante las sesiones que permitió desarrollar el texto del último storytelling?”, los grupos expresaron sus aprendizajes, comprensiones y posturas por medio de la química, punto ambiental y social del cigarrillo:

Tabla 17

Argumentación ¿Cómo cambió la perspectiva del cigarrillo durante las sesiones que permitió desarrollar el último Storytelling?

Grupo	Argumentación
Grupo 1	No, pues yo considero que en realidad hay que tener en cuenta, pues tanto los efectos como las consecuencias que conlleva a consumir el cigarrillo, porque pues muchas veces también como que lo normalizan. Pero pues no vamos mucho más allá de analizar, pues tanto el daño que estamos generando nuestro cuerpo como el daño que estamos generando, pues a nuestro planeta en general como lo es, pues tanto el daño que generamos a las especies como lo mencionamos nosotras que se está contaminando también el agua de mar, entre otras cosas.
Grupo 2	Pues digamos que en comparación a la primera historia. Podemos relacionar más fácil los daños ambientales que provoca

Grupo	Argumentación
	el cigarrillo como daño a suelos, cuerpos de agua, en el aire. También, los compuestos y los metales pesados que traen.
Grupo 3	Bueno, considero que desde el inicio se nos dejó claro que dejáramos de lado el tabú del cigarrillo, que impulsáramos más un pensamiento crítico de sociedad a no sólo lo que dicen los demás, sino a experimentar en el caso de laboratorio, la reacción del cigarrillo y cómo se determinan los componentes que este tiene.
Grupo 4	Siento que más que todo pues como ya hicimos el laboratorio respecto a esto, y nos dimos cuenta de que cada marca de cigarrillo era muy mala más que otra, pero igual nos hacían daño en los pulmones. Entonces, acá nos podemos dar cuenta, pues en las historias que yo hice en la que hicimos con Juliana, que, pues que con base a lo que fumamos o nuestras acciones, también dañamos el medio ambiente, y pues a nosotros mismos, nuestro sistema.
Grupo 5	Yo lo relaciono aparte, es como la contaminación que hay en las aguas y en las tierras que produce, pues obviamente problemas a nivel de cultivo y demás, y también como el impacto social que tiene con el hecho de las industrias tabaqueras y con el hecho de la salud.

Nota. Elaboración propia (2025)

- Como cierre del proceso de formación, se les solicitó a los estudiantes expresar una reflexión con base en lo que han aprendido durante la secuencia didáctica, considerando saberes científicos, ambientales y sociales abordados en las sesiones. A partir de la pregunta “Después de las sesiones, ¿qué le queda a usted como reflexión?”, los estudiantes del espacio académico de Teorías Químicas I manifestaron posturas personales que evidencian cambios en su pensamiento y toma de decisiones frente a las implicaciones del consumo del cigarrillo, tanto en la salud, como en el ambiente y la sociedad. Cuatro estudiantes respondieron:

Tabla 18

Reflexión de todas las sesiones

Persona	Argumentación
1	Es que sí, estaba tratando de mermarlo más debido a esos pues a los cambios negativos que podrían generarse, no y bueno, no es que pueda generar el gran cambio, pero pues un granito de arena, y pues sí somos en el proceso de dejar.
2	Pues eso daña los pulmones. No que, pues más que más que eso, pues también no solo nos dañamos a nosotros mismos, sino realmente a todos. Entonces siento que también es eso, o

Persona	Argumentación
	sea, reflexionar más, no solo nosotros, sino a todos, y puedes no botar las colillas al suelo, sino pues a una basura.
3	Pues que en casos de pronto como consumidores, hay que concientizarse con respecto a los desechos que producimos con el cigarrillo para pues no tener impacto ambiental más allá de los del impacto de la salud, pues porque cada uno supongo que escoge cómo se daña su vida, pero la cuestión de la comunidad, pues si es un punto de vista objetivo.
4	Bueno, siempre he sabido que el consumo del cigarrillo es malo y esto más que todo de un ambiente, una perspectiva nueva más a lo ambiental. En mi caso, en mi postura es igual. No cambia en absoluto del no consumirlo, como lo dicen varios compañeros y pienso que es bueno conocer de todo, porque, aunque no seamos consumidores, es importante saber qué ocurre en ese proceso.

Nota. Elaboración propia (2025).

A través de NVivo 12 se obtiene imagen comparativa del storytelling individual y grupal (figura 36 y 37)

cigarrillo	carbono	planta	contaminaci	identificar	nuestro	reacción	vista	7000	aband	ácidos	actuard	defecta	agua	aguas
	gris	ácido	cuerpo	kennedy	nuestros	respirar	ahora	apenas	aproved	ardor	artefact	asfixian	laument	ayuda
			dióxido	laboratorio	planeta	simple	algun	azul	búsque	calles	canceric	carros	casa	casas
humo	metales	aire	empiezan	matraz	poco	sustancias	alma	baterías	casi	cigarrillo	clase	cloridric	colilla	color
	monóxido	ambiente	ambient	brillaba	células	columna	compue	compue	comunic	concent				
		cadmio	fuertes	muchos	química	tanto	ambient	brindó	celulosa	combust	condición	contam	contam	contam
mundo	nube	consumo	habitantes	nuestra	químico	teniendo	amigo	bromo	cielo	comienz	consecu	contener	convertir	
							antes	bullying	cientific	complej	contamin	contienen	crean	

Figura 36

Nvivo storytelling final individual

Nota. Elaboración Nvivo 12 (2025).

aire	puro	células	humor	salud	ambas	cambio	cielo	conleva	creacione	crear	cuenta	cuerpo	cuerpos	daban	
					ambiente	cáncer	ciencia	conocim	daños	edificios	elemente	empeza	empezó	empeza	encontra
		colillas	monóxido	suelos											
cigarrillo	respirar				animales	carros	cigarrillo	consumi	dejando	enferma	especie	estaba	extingui	extingui	famoso
		dióxido	níquel	sustancia	aparición	catástrof	combust	consumo	dejó	enferme	fauna	genera	glóbulos	gótica	gracias
	agua				arrojaba	causada	compleje	contamir	denso	entra	final	graves	haber	había	habitabi
contaminación		energía	plomo	afectada	base	causado	compren	contamir	desastal	errores	fortaleza	gris	hábitat	hidrico	human
	cadmio														
planeta		humanidad	pulmones	afectan	brillaba	causas	concurr	costaba	ecosiste	especie	fumar	grupal	hecha		
	carbono			afectando										importante	

Figura 37

Nvivo storytelling final grupal

Nota. Elaboración Nvivo 12 (2025).

Los estudiantes transitan de narraciones simbólicas o poéticas hacia textos híbridos científico-literarios, donde los procesos químicos, los efectos ambientales y las reflexiones éticas aparecen integrados. El lenguaje técnico se naturaliza dentro de la trama narrativa. Conceptos como combustión incompleta, dióxido de carbono, monóxido, nicotina, plomo, cadmio, níquel, dopamina y hemoglobina se emplean correctamente, lo que demuestra una apropiación del lenguaje científico.

La temática ambiental (colillas, contaminación, agua, suelo, aire) se entrelaza con reflexiones ciudadanas y didácticas, configurando un producto de alta coherencia con el enfoque CTSA y gamificación reflexiva. En cuanto al saber científico, se observa cuando:

“Durante la combustión se libera monóxido de carbono, alquitrán y radicales libres; el humo viaja hasta la sangre y el monóxido reemplaza el oxígeno en los glóbulos rojos.”

“El plomo, cadmio y níquel concurren por nuestras tierras; su reactividad y toxicidad representan riesgo para la humanidad.”

Los relatos reflejan comprensión de procesos químicos: combustión, reacciones de oxidación, transporte de gases, toxicidad metálica. Se articula conocimiento químico con narración imaginativa (“el níquel brillaba representando la energía de la ciencia”). El nivel discursivo es alto; se alcanza un lenguaje que integra fenómeno–explicación–consecuencia.

En cuanto al saber ciudadano, es evidenciado cuando dicen:

“Una sola colilla contamina 10 litros de agua.”

“El cigarrillo dejó rastros de monóxido de carbono, suelos infértiles y contaminación de recursos hídricos.”

“Después de 5 milenios el planeta se recuperó de los daños causados por el cigarrillo.”

Mostrándose un Discurso ciudadano maduro y cuantificado: los estudiantes miden el impacto ambiental (10 L de agua contaminada) y proyectan consecuencias a largo plazo. El relato se vuelve crítico: asocia prácticas humanas con degradación ecosistémica y propone regeneración (“el planeta se recuperó”). Se consolida una visión bioética coherente con la educación para la sostenibilidad, logrando así, un nivel avanzado.

El saber didáctico se evidencia cuando:

“En un tiempo no muy lejano, una clase de química fue diferente... entró en juego el cigarrillo no como tabú sino como pensamiento crítico.”

“El plomo es un elemento químico que estuvo en un reto en el laboratorio para identificar metales.”

Los relatos asumen una posición docente reflexiva: el aula es un laboratorio narrativo. Se identifica apropiación de la metodología gamificada: los estudiantes narran su aprendizaje como experiencia significativa. Aparece el reconocimiento del error como fuente de aprendizaje (“aunque no se obtuvo el dato exacto, sirvió como inicio para identificar el contenido del cigarrillo”), teniendo así un nivel de logro a lo avanzado.

Tabla 19

Resultados del proceso de aprendizaje según dimensiones de análisis última sesión

Dimensión	Nivel promedio	Indicadores clave
Saber científico	A	Combustión, reacciones, metales, toxicidad
Saber ambiental	L – A	Conciencia ecosistémica, datos cuantitativos.
Saber ciudadano	L – A	Responsabilidad social, prevención, ética.
Saber didáctico	L – A	Reflexión sobre aprendizaje, laboratorio
Integración CTSA	A	Dilemas ciencia-tecnología-ambiente.

Dimensión	Nivel promedio	Indicadores clave
Narrativo/estético	A	Metáforas químicas, humanización de la ciencia.

Nota. Elaboración propia (2025).

El storytelling final sintetiza el éxito de la estrategia, ya que los estudiantes piensan y sienten la química. Los textos ya no moralizan, sino que explican, argumentan y simbolizan. Se evidencia pensamiento crítico, alfabetización científica, conciencia ambiental y reflexión ética, que son en sí los cuatro pilares del enfoque CTSA aplicado a la formación docente.

El cigarrillo deja de ser un simple objeto prohibido para convertirse en un escenario de reflexión que simboliza la relación entre ciencia, sociedad y vida.

7.2. Análisis de resultados

La comparación entre los dos momentos del Storytelling identifican tres puntos importantes: como primera instancia, de la narración literaria a la mezcla entre lo científico y lo narrativo, ya que los estudiantes lograron incorporar términos químicos y relacionarlos con los efectos biológicos, evidenciando una apropiación conceptual del saber científico; segundo, es que en las historias con química se aprecia una transición hacia una postura más reflexiva y argumentativa. Esta evolución conceptual demuestra una apropiación didáctica, ya que los estudiantes experimentan con nuevas formas de comunicar ciencia mediante narrativas creativas, coincidiendo con el aspecto de innovador del saber didáctico; finalmente, las últimas historias integran valoraciones éticas y ambientales sobre el cigarrillo, mostrando una adaptación de apropiación ciudadana. Los estudiantes reconocen el daño del consumo, los efectos sobre el ambiente y la responsabilidad social asociada al conocimiento químico.

El discurso de los estudiantes evidencia un proceso progresivo en cuanto al saber científico, pasando desde un desinterés conceptual a la integración significativa en problemáticas químicas. La actividad del storytelling permitió articular las tres dimensiones de apropiación del saber descritas en la metodología: científica, los relatos muestran una curiosidad narrativa hacia la comprensión de procesos químicos y biológicos relacionados con el cigarrillo; didáctica, la metodología narrativa promueve una reflexión sobre cómo comunicar la ciencia de manera creativa, fortaleciendo la mirada metodológica e innovadora del futuro docente; ciudadana, las historias finales manifiestan conciencia ambiental, ética y crítica, evidenciando una comprensión del papel del conocimiento químico en la toma de decisiones sociales.

En cuanto a la importancia del enfoque CTSA, la intervención evidencia la pertinencia de abordar el cigarrillo desde el enfoque ya mencionado, pues los estudiantes respondieron con mayor motivación cuando se discutieron temas como la huella ambiental, el marketing de los cigarrillos electrónicos o la influencia de la presión, por lo cual, se observa que al incluir dimensiones sociales y ambientales, los estudiantes conectaron más fácilmente con el contenido químico, lo que valida la estrategia propuesta en la justificación de la intervención.

Entonces, en la segunda parte de la sesión se evalúa la apropiación de saberes. Entre ellos, la apropiación científica, ya que durante la actividad se observa una apropiación conceptual, ya que los estudiantes logran identificar componentes químicos asociados al cigarrillo, como gases, elementos y compuestos orgánicos y los vinculan con procesos de combustión. Sin embargo, las respuestas muestran que el uso de estos términos no siempre va acompañado de una explicación científica rigurosa. Por ejemplo, en la socialización algunos participantes señalaron que el humo del cigarrillo tiene carbono y eso causaba cáncer, o que el dióxido de carbono se forma porque hay fuego. Estas formulaciones reflejan aproximaciones conceptuales parciales, donde se reconocen las causas químicas, pero sin distinguir los mecanismos de oxidación o los productos de la combustión. A nivel contextual, los discursos muestran que los estudiantes relacionan la química del cigarrillo con la vida cotidiana y con problemas reales, mostrando interés en comprender cómo los procesos químicos repercuten en la salud y el medio ambiente. Igualmente, se percibe la apropiación crítica al momento de reconocer implicaciones sociales, ambientales y éticas, relacionarlos con consecuencias como cáncer, daño del sistema inmunitario, muerte y contaminación. Estos elementos demuestran que se apropian del significado social y ciudadano al conocimiento químico, comprendiendo que los fenómenos científicos están vinculados con la salud y el entorno.

Desde la apropiación del saber didáctico, se evidencia por medio de la explicación posterior sobre las reacciones completas e incompletas de la combustión, a partir de la molécula de nicotina, permitió que los estudiantes reinterpretaran algunos términos de la nube de palabras y conectaran con ecuaciones químicas concretas. Desde el uso del Mentimeter y del texto contextual, sirvió como una mediación para promover la participación y el pensamiento científico en un entorno digital e interactivo. Dicha dinámica permitió que los estudiantes expusieran sus ideas e identificaran errores, pero con la finalidad de establecer nuevas relaciones entre conceptos, lo que contribuye a una apropiación didáctica reflexiva, entonces, el estudiante aprende no sólo con contenidos sino también por medio de la comunicación de conocimientos químicos.

En cuanto a la apropiación ciudadana se refleja desde el carácter ético, ambiental y crítico, ya que una de las respuestas más recurrentes fue: cáncer, daño del sistema inmunitario, afectaciones biológicas; estas respuestas evidencian preocupación por las consecuencias del consumo y por la responsabilidad individual frente al uso de sustancias químicas. Hay que mencionar además que, al discutir sobre los productos de la combustión se generó una inquietud por la contaminación del aire y toxicidad de los residuos del cigarrillo, demostrando una sensibilidad ambiental. Este tipo de discurso se alinea con el enfoque CTSA, ya que los estudiantes vinculan la ciencia con la sociedad y el ambiente, comprendiendo que algunas decisiones humanas, como fumar, implican procesos químicos con complicaciones éticas. En conclusión, para la segunda parte de la sesión, según la lluvia de palabras muestra que los estudiantes poseen comprensión significativa de la química del cigarrillo, prevaleciendo dentro del lenguaje cotidiano y hasta moral, donde emergen signos de apropiación conceptual de sustancias y reacciones químicas que se fortalecen mediante la docencia.

Para la tercera parte de la sesión, el discurso del Padlet muestra que los estudiantes logran integrar conceptos de la química con el contexto del cigarrillo, manifestando una apropiación conceptual y contextual, respuestas como “la nicotina provoca adicción, la dopamina se ve afectada en el cerebro”, demuestran una comprensión básica de procesos químicos (combustión e interacción molecular), aunque también se observa una apropiación crítica del saber científico, ya que los participantes no se limitan a describir compuestos, sino que reflexionan sobre su impacto “el alquitrán, el monóxido de carbono, el cianuro y el plomo son sustancias que afectan los pulmones y el cuerpo”, estos discursos evidencian que los estudiantes emplean el lenguaje químico con fines explicativos, estableciendo vínculos entre sustancia, proceso y consecuencia.

En la apropiación del saber didáctico para la tercera parte de la sesión, fomentó un aprendizaje reflexivo e innovador, permitiendo a los estudiantes interactuar, construir conocimiento de manera colaborativa y representar gráficamente su comprensión. Varios comentarios combinan información técnica con reflexiones personales, lo que evidencia una apropiación metodológica, por ejemplo, una de las respuestas del Padlet “aprendí que los cigarrillos no sólo afectan a quien fuma sino también al ambiente y las personas a su alrededor”, este tipo de discurso revela que el estudiante reconoce la función pedagógica del recurso audiovisual, así se consolida una reflexión didáctica reflexiva, ya que los participantes valoran la forma en que los recursos permiten comprender y comunicar cuenca de manera clara y significativa.

En cuanto al saber ciudadano, se refleja con fuerza el respectivo saber. Los estudiantes expresan una postura ética y ambiental frente al problema del cigarrillo,

reconociendo la responsabilidad social asociada a su consumo y producción. Entre algunos comentarios más destacados por parte de los estudiantes están: “las colillas son altamente contaminantes”, “cada colilla contamina de 10 a 20 litros de agua”, “el humo afecta a los que no fuman”, estos discursos muestran apropiación ambiental y ética, al relacionar directamente residuos del cigarrillo con la contaminación del agua, el aire y la afectación de terceros. Asimismo, expresan pensamiento crítico ciudadano, cuando señalan que el problema no se limita a un consumo individual, sino que conlleva repercusiones colectivas y ecosistémicas. En la pregunta final del Padlet “Si tu cuerpo fuera una fábrica química, ¿qué compuestos del cigarrillo harían que dejara de funcionar?” las respuestas reflejan conocimiento conceptual mezclando hibridación ética: “el monóxido de carbono impide el transporte de oxígeno”, “el cianuro y la nicotina son más tóxicos”, estas afirmaciones evidencian una comprensión del cuerpo como un sistema químico y, a su vez, refuerzan la apropiación científica y ciudadana, al reconocer el efecto destructivo de las sustancias sobre los procesos biológicos.

Finalmente, el debate en torno a cigarrillos electrónicos y a la decisión de fumar mostró que los estudiantes comprenden el fenómeno como una red de factores personales y sociales, entendiendo que el cigarrillo electrónico es más una estrategia de mercado y no como una solución se evidencia el pensamiento crítico en formación frente a discursos publicitarios.

En resumen, los estudiantes de Teorías Químicas I poseen nociones químicas básicas, pero mezcladas con consecuencias sociales y biológicas; además, se motivan más cuando los contenidos se enmarcan en problemáticas reales como la salud pública, la contaminación y el consumo, mostrando disposición a reflexionar críticamente sobre la relación entre ciencia, sociedad y ambiente; finalmente, se puede decir que la estrategia didáctica diseñada, genera la necesidad de continuar con actividades que fortalezcan la articulación entre conceptos químicos, impacto social y pensamiento crítico.

Para la sesión final, dentro del ámbito conceptual perteneciente al saber científico, hay un uso consistente de nociones químicas aplicadas, como monóxido dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, metales (según escritura de la persona 10, 11, 12), sus relatos describen efectos a nivel celular, mientras que la persona 9 menciona reacciones de combustión incompleta; desde la perspectiva contextual, los estudiantes contextualizan espacios propios urbanos (como la localidad de Kennedy en Bogotá), e impactos de agua y fauna, además de la persistencia de residuos como la celulosa, que casi son imposibles de descomponer, según lo menciona la persona 5; por otra parte, el carácter crítico emerge juicios críticos sobre difusión y consumo, ya que se identifican como tal por medio de problemas sociales que son difíciles de resolver y se hacen reclamos para un cambio de hábito, esto evidenciado

en los escritos grupales y de la persona 8. Además, el relato del grupo 1 evidencia más una reflexión a nivel de consecuencia ecológica y pérdida de biodiversidad.

Otro punto, es la apropiación del saber didáctico dividida en tres etapas: el metodológico, el cual se evidencia en el uso y manejo de tarjetas, ya que la historia individual trascendió del relato individual al relato grupal, reflejando en narración diferentes perspectivas, incluso, algunos estudiantes señalan la utilidad de materiales visuales y de laboratorio, ejemplo, la persona 12 menciona "...como prueba de ello brindó un artefacto que no se veía hace mucho; una planta", metáfora de recuperación; y la innovadora llevada hacia la construcción conjunta final, mostrando que aprendieron a integrar información diversa, como científica, visual y práctica, todo en un eje narrativo con propuestas de solución y restauración ambiental.

Finalmente, el saber ciudadano, desde una perspectiva ambiental predomina una preocupación por contaminación de agua y suelos a partir de colillas de cigarrillos y metales pesados, causando una formación de nubes de humo que alteran la habitabilidad urbana, según personas 5, 6, 7, 8, 10. El punto de vista ético relata expresiones de responsabilidad colectiva, ya que según la persona 5 menciona que no sólo el fumador debe cambiar, sino la sociedad, "el mundo necesita nuestra ayuda"; y la crítica que cuestiona la continuidad del consumo masivo y el desinterés frente a residuos y políticas ambientales (relatos grupales lo centran en causa de extinción y daño ecosistémico).

Como segunda instancia, al preguntar sobre cómo ha cambiado la perspectiva que tenían del cigarrillo durante las sesiones y que les permitió desarrollar el último storytelling, el discurso de los estudiantes evidencia una evolución significativa desde concepciones generales hacia la comprensión científica, crítica y socialmente responsable ante el consumo. Las intervenciones reflejan que las diferentes actividades (sesión 1-3) favorecieron la transformación en la forma de interpretar el problema, pasando de un discurso centrado en el daño individual hacia uno que integra las dimensiones biológicas, ambientales y sociales. Desde el saber científico de carácter conceptual, los grupos de laboratorio demuestran haber asimilado los efectos y consecuencias que conlleva el consumo del cigarrillo a partir del desarrollo de las sesiones, según el argumento del grupo 1 (ver Tabla 16), este razonamiento evidencia una comprensión amplia hacia un problema químico y ecológico del cigarrillo, pues conecta compuestos tóxicos con efectos fisiológicos y ambientales, por otra parte, según el argumento del grupo 2, este refuerza esta apropiación al reconocer los compuestos y metales pesados presentes; entonces, estos discursos muestran que los estudiantes contextualizaron el conocimiento químico, identificando el impacto del consumo frente al entorno; asimismo, en la apropiación crítica, el grupo 3 expresa que la experiencia permitió dejar a un lado el tabú social

y asumir una postura analítica “Desde el inicio se nos dejó claro que dejáramos de lado el tabú del cigarrillo, que impulsáramos más un pensamiento crítico de sociedad...”, por lo cual, esta afirmación demuestra la apropiación crítica del saber científico, ya que los estudiantes reconocen la importancia del método experimental para fundamentar el conocimiento, dejando atrás prejuicios o discursos moralistas.

A su vez, para la apropiación del saber didáctico, la metodología se enfoca en el análisis del discurso el cual refleja las actividades implementadas durante las sesiones como el storytelling, el recurso digital y el laboratorio, favoreciendo la comprensión de la química en contextos reales, por ejemplo, el grupo 4 señala: “Como ya hicimos el laboratorio respecto a esto, y nos dimos cuenta de que cada marca de cigarrillo era muy mala más que otra, pero igual nos hacían daño en los pulmones”, esta observación se marca en el valor pedagógico de la experiencia, ya que los estudiantes comparan los resultados entre marcas y los relacionan con efectos fisiológicos, contribuyendo al aprendizaje significativo. Esta experiencia se fijó como un espacio reflexivo, puesto que el estudiante no sólo observó, sino que comprendió el sentido del fenómeno: “... con base a lo que fumamos o nuestras acciones, también dañamos el medio ambiente, y pues a nosotros mismos, nuestro sistema”. Desde la innovación didáctica, la estrategia permitió a que los estudiantes pasaran de recibir la información a ser constructores del conocimiento, donde articulan lo aprendido en el laboratorio con el discurso del storytelling que, en sí, contrae un lenguaje distinto (científico – narrativo) en el cual construye una estrategia innovadora para fortalecer la comunicación científica y la reflexión social.

Dando continuidad a la apropiación de saberes, el saber ciudadano se visualiza en la apropiación ciudadana, expresada en la preocupación ambiental y ética frente a la contaminación y efectos sociales del cigarrillo, para ello, el grupo 5 afirma que (ver Tabla 16), este apartado refleja que en los estudiantes existe una conciencia ética y crítica, donde el discurso ya no se limita a consecuencias individuales, sino que integra una responsabilidad colectiva, además de implicaciones económicas y ambientales.

Finalmente, después de la reflexión que compartieron algunos estudiantes, se evidencia un proceso de asimilación y transformación del pensamiento frente al consumo del cigarrillo e implicaciones, tanto en la salud como en el medio ambiente. En general, los discursos entre los estudiantes muestran un tránsito entre la comprensión de algunos conceptos científicos hacia una postura crítica y ciudadana, donde se reconoce la responsabilidad individual frente al impacto ambiental y social a causa del tabaquismo.

Nuevamente, se evalúa la última parte de la intervención final desde la apropiación de saberes. En el científico-conceptual, los estudiantes demostraron una

apropiación al identificar las consecuencias fisiológicas del consumo del cigarrillo. Por ejemplo, la persona 2 expresa que “eso daña los pulmones”, lo que evidencia una relación directa entre el contenido trabajado en las sesiones sobre los efectos de los compuestos del cigarrillo, además de un reconocimiento del daño corporal. Asimismo, se observa un avance dirigido hacia la comprensión contextual, específicamente cuando menciona “no sólo nos daña a nosotros mismos, sino realmente a todos”, trasladando la comprensión individual hacia una colectiva. A su vez, la persona 3 complementa la idea afirmando que “hay que concientizarse con respecto a los desechos que producimos con el cigarrillo para no tener impacto ambiental más allá de la salud”, mostrando que el aprendizaje conlleva la parte ecológica y comunitaria; en el saber crítico, las reflexiones se sitúan hacia la valoración de las causas y consecuencias del consumo de tabaco, donde se genera una postura argumentada frente a cambios de comportamiento, entonces la persona 1 reconoce la importancia de pequeñas acciones, manifestando que “no es que pueda generar el gran cambio, pero pues un granito de arena, y pues sí somos en el proceso de dejar”, una expresión que declara un pensamiento reflexivo y consciente del papel del individuo en procesos de transformación ambiental y social.

En el saber didáctico inmerso al carácter metodológico, el storytelling, los laboratorios y las actividades interactivas favorecieron una comprensión reflexiva e innovadora del aprendizaje. Por tal motivo, la persona 4 expresa que “es bueno conocer de todo porque, aunque no seamos consumidores, es importante saber qué ocurre en ese proceso”, lo que refleja la apropiación del conocimiento que trasciende en el aula, promoviendo la curiosidad y el pensamiento crítico. Este discurso destaca el enfoque didáctico reflexivo del proyecto, en particular, se fomenta la autonomía y capacidad de analizar diferentes fenómenos desde múltiples dimensiones.

Por último, el saber ciudadano evidencia los discursos de los estudiantes mediante la perspectiva ética y ambiental. La persona 3 expresa la importancia de la responsabilidad compartida al afirmar que “hay que concientizarse con respecto a los desechos que producimos”, mientras que la persona 2 dice que “puedes no botar las colillas al suelo, sino a una basura”, interpretando que la comprensión conceptual es una acción concreta con sentido ético. Estas declaraciones reflejan la construcción de un pensamiento ciudadano crítico con relación a los principios del enfoque CTSA, que articula ciencia, tecnología, sociedad y ambiente como los ejes de la educación transformadora. Las reflexiones finales muestran que los estudiantes no sólo comprendieron los aspectos científicos del cigarrillo, sino que los integraron en un discurso ético, social y ambiental, lo que evidencia una verdadera apropiación de saberes orientada hacia la toma de decisiones responsables y formación del pensamiento crítico.

Con el propósito de identificar patrones de sentido y transformaciones conceptuales, actitudinales y didácticas derivadas de la implementación de la estrategia didáctica, se realizó un análisis cualitativo de tipo interpretativo. Este proceso consistió en una lectura cruzada de las sesiones de los storytelling elaborados por los estudiantes, mediante la cual fue se reconocieron regularidades, significados compartidos y nuevas formas de apropiación de saberes en coherencia con el enfoque CTSA.

El análisis se desarrolló en varias fases:

- Codificación abierta: Orientada a reconocer palabras clave, ideas recurrentes y expresiones significativas presentes en los relatos y reflexiones de los estudiantes. Este proceso permitió identificar los temas que surgían con mayor frecuencia y su relación con dimensiones del enfoque CTSA.
- Agrupación central: Donde se vinculan los códigos con las categorías establecidas en la matriz inicial (saber científico, ciudadano, didáctico y CTSA).
- Triangulación de fuentes: Contrastando las evidencias que vienen a partir de diferentes instrumentos como diarios de campo, reflexiones, productos gamificados y registros audiovisuales.

Como resultado de este proceso, sobresalieron nuevas categorías de interpretación que complementan las dimensiones originales del análisis y evidencian la apropiación progresiva de los saberes desde perspectivas científicas, éticas, sociales y pedagógicas.

La tabla que se presenta a continuación presenta una síntesis de categorías emergentes, articuladas con la matriz CTSA-gamificada, incluyendo ejemplos textuales representativos que ilustran las expresiones o reflexiones estudiantiles origen de cada categoría.

Tabla 20

Categorización de los resultados según las dimensiones de análisis

Categoría matriz	Categorías emergentes detectadas	Ejemplo textual
a. Saber científico	Reacciones y sustancias, metales pesados, combustión incompleta, dopamina y sistema nervioso, toxicidad celular	“El monóxido reemplaza el oxígeno en los glóbulos rojos...”
b. Saber ciudadano	Conciencia ambiental, ética del consumo, cambio de hábitos, responsabilidad social	“El mundo necesita nuestra ayuda; no basta con dejar de fumar, hay que cuidar el planeta.”
c. Saber didáctico	Reflexión metodológica, comunicación científica	“El Canva interactivo y los retos me ayudaron a entender mejor la combustión.”

Categoría matriz	Categorías emergentes detectadas	Ejemplo textual
	narrativa, aprendizaje autónomo, uso de TICs	
Gamificación	Motivación y competencia sana, colaboración y misiones, participación	“Ver que mis compañeros avanzaban más rápido me motivó a seguirlos.”
Integración CTSA	Pensamiento crítico, interdisciplinariedad, impacto social de la ciencia, visión ética de la tecnología	“El cigarrillo electrónico no es solución, es estrategia de mercado”

Nota. Elaboración propia (2025).

A partir de la frecuencia de términos, códigos y categorías presentes en los registros de los partícipes, se realizó un análisis estadístico descriptivo que permitió identificar la tendencia general de apropiación de saberes durante la aplicación de la estrategia gamificada con enfoque CTSA.

Aunque el estudio mantiene un enfoque cualitativo, esta aproximación cuantitativa facilita visualizar una distribución porcentual del discurso en torno a cada tipo de saber y su correspondiente nivel promedio de apropiación, integrando así ambos enfoques en una lectura complementaria de los resultados.

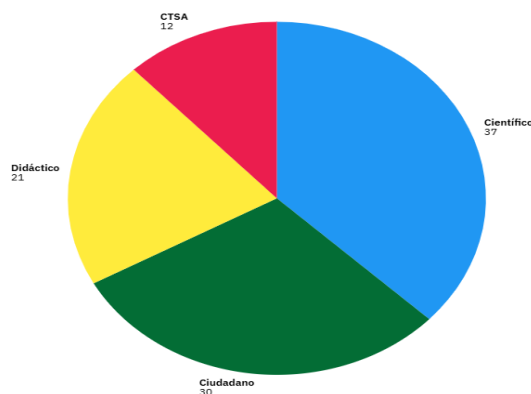


Figura 38

Distribución de evidencias según las dimensiones de análisis.

Nota. Elaboración por Draxlr (2025).

Los resultados muestran que predomina el saber científico con un 37 %, evidenciando un dominio conceptual creciente y el uso adecuado del lenguaje químico; seguido a ello, el saber ciudadano (30 %) refleja una marcada conciencia ambiental y ética frente a problemas reales. El saber didáctico (21 %) manifiesta avances en la reflexión pedagógica y la aplicación autónoma de estrategias, mientras que la integración CTSA (12 %) alcanza un nivel avanzado, destacándose por la articulación crítica entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

La gráfica muestra una proporción relativa sobre la aparición de cada saber y su correspondencia con los niveles de apropiación alcanzados durante la implementación de la secuencia didáctica gamificada.

El análisis integral de las evidencias permitió comprender que la estrategia didáctica gamificada con enfoque CTSA promovió una apropiación significativa y progresiva en los saberes científicos, ciudadanos y didácticos. A lo largo de las sesiones, se observó cómo los estudiantes transitaron de discursos narrativos cotidianos hacia discursos científicos argumentativos, mostrando un avance sostenido en la comprensión conceptual, la reflexión ética y la vinculación de la ciencia con la realidad social. El uso del storytelling relacionado a su vez con la experimentación en el laboratorio y las dinámicas de gamificación favoreció la motivación intrínseca y la autonomía cognitiva, transformando el aula en un espacio de diálogo entre ciencia, tecnología y sociedad. Estas experiencias permitieron que los futuros docentes de química reconocieran la dimensión humana y contextual del conocimiento científico, asumiendo una postura crítica frente a problemáticas ambientales y de salud pública, como el consumo de cigarrillo y sus implicaciones químicas.

De manera general, los resultados evidencian que la propuesta didáctica no sólo fortalece la alfabetización científica y tecnológica, sino que también impulsó la formación de docentes reflexivos y socialmente comprometidos, que son capaces de articular la enseñanza de la química con la sostenibilidad, la ética y la responsabilidad ciudadana. Es así como, la experiencia demuestra que integrar estrategias lúdicas, narrativas y experimentales dentro del enfoque CTSA potencia tanto el aprendizaje disciplinar como conciencia crítica y transformadora de los futuros docentes, consolidando así una educación científica con sentido humano, social y ambiental.

En conclusión, los hallazgos obtenidos revelan que la estrategia didáctica propuesta no sólo logró estimular los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, sino que también generó experiencias significativas de construcción colectiva del conocimiento. La articulación entre narrativa, laboratorio y reflexión permitió que los estudiantes de Teorías Químicas I reinterpretaran la ciencia como una práctica humana y contextual, vinculando en ella decisiones éticas y ciudadanas. De esta manera, el enfoque CTSA se consolida como un marco pedagógico integrador, capaz de promover una comprensión crítica de los fenómenos, además de un compromiso activo frente a los problemas contemporáneos.

Este capítulo evidencia, en conjunto, que la apropiación de saberes no se limita al dominio conceptual, sino que involucra dimensiones sociales, afectivas y reflexivas que enriquecen la formación docente. Es por ese motivo por el cual, los resultados

obtenidos sientan las bases para la discusión posterior sobre el impacto educativo y transformador de la estrategia gamificada, así como sus proyecciones hacia una enseñanza de las ciencias más ética, participativa y contextualizada.

CONCLUSIONES

1. Los objetivos planteados para la estrategia didáctica fueron alcanzados, el proceso permitió abordar de forma integral los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales asociados al estudio del cigarrillo desde una perspectiva química, social y ambiental. Aunque se reconocen oportunidades de mejora para futuras implementaciones, los resultados evidencian avances significativos en la motivación, participación y comprensión de los estudiantes frente a la problemática trabajada.
2. El objetivo general se cumplió, pues la estrategia gamificada fortaleció la motivación, a través de narrativas, misiones, niveles y actividades experimentales, los estudiantes lograron comprender de manera más profunda la química del cigarrillo y reflexionar críticamente sobre su impacto social, ambiental y en la salud pública. El componente lúdico se convirtió en un mediador que facilitó la apropiación de saberes y la toma de decisiones informadas frente a esta problemática.
3. En cuanto a los objetivos específicos, también se evidenció un cumplimiento adecuado. En primer lugar, fue posible identificar los conocimientos previos, creencias y actitudes iniciales de los estudiantes respecto al cigarrillo, así como sus componentes químicos y efectos. Esta caracterización inicial permitió orientar la propuesta de forma pertinente y coherente con las necesidades reales del grupo. En segundo lugar, se logró diseñar e implementar una propuesta didáctica estructurada en narrativa, misiones, niveles y actividades experimentales articuladas con los contenidos de química y con la problemática del cigarrillo. Esta estructura contribuyó a conectar la teoría con situaciones cotidianas, favoreciendo la comprensión significativa. Finalmente, se cumplió el objetivo orientado al desarrollo de una apropiación conceptual, contextual y crítica por parte de los estudiantes. Se evidenció que pudieron relacionar la química del cigarrillo con decisiones éticas, ambientales y ciudadanas, lo cual refleja el fortalecimiento de una postura reflexiva frente a la problemática, coherente con los principios del enfoque CTSA.
4. EL aprendizaje de la química tiene 2. significado cuando se vincula con problemáticas reales, consumo de cigarrillo y sus implicaciones en la salud y el ambiente. A medida que las sesiones se realizaban, los estudiantes recorrieron desde representaciones narrativas alejadas del conocimiento científico hacia diferentes discursos donde lograron integrar conceptos químicos, reflexiones éticas y valoraciones ciudadanas, consolidando así un proceso de apropiación progresiva del saber científico, didáctico y ciudadano. Este cambio del discurso y apropiación de saberes fue posible gracias a la articulación de las metodologías activas, mediaciones digitales y los espacios

experimentales, las cuales situaron al estudiante como el principal protagonista del aprendizaje y al docente-investigador como el mediador crítico.

5. Desde el saber científico, los resultados obtenidos en los diferentes instrumentos evidencian que los estudiantes lograron comprender la estructura conceptual de la química que está en el cigarrillo, al reconocer procesos como la combustión, la formación de distintos grupos orgánicos e inorgánicos y la presencia de metales pesados. Este proceso no solo se limitó a la memorización de fórmulas o definiciones, sino que también implicó un proceso de comprensión contextual y crítica del fenómeno químico, al relacionar los compuestos identificados con sus efectos nocivos y en algunos casos tóxicos sobre el cuerpo humano y el ambiente. Las prácticas de laboratorio fortalecieron las competencias analíticas, de observación y de argumentación científica, consolidando los futuros docentes una conciencia sobre la rigurosidad de la medida y la interpretación de los datos obtenidos como un pilar fundamental del pensamiento químico.
6. En cuanto al saber ciudadano, la estrategia promovió la transformación de actitudes significativas. Los estudiantes dejaron en evidencia la sensibilidad frente al impacto del cigarrillo en la salud pública y en su entorno realizaron reflexiones sobre su papel como sujetos socialmente responsables y evidenciaron la capacidad de argumentar éticamente frente a dilemas como el consumo individual contra el bien común. Las diferentes narrativas finales del storytelling y las reflexiones grupales expresaron una conciencia ambiental más sólida, en donde los estudiantes reconocieron la contaminación de las colillas, contaminación del agua y responsabilidad social frente a los residuos generados por el tabaco. De esta manera, el aprendizaje químico se resignificó como una herramienta para la toma de decisiones ciudadanas y también para la construcción del pensamiento crítico.
7. Desde el saber didáctico, el proceso de gamificación y el uso de recursos digitales como lo fue el canva, Mentimeter y el Padlet potenciaron la participación, motivación y la creatividad pedagógica. La secuencia didáctica se convirtió así en un laboratorio de innovación pedagógica, donde se fortaleció la reflexión sobre cómo enseñar química desde contextos reales, éticos y ambientales. Sin embargo, es importante resaltar que este saber no se desarrolló en su totalidad, dado que los participantes son estudiantes de primer semestre que aún no han tenido la oportunidad de interactuar directamente en contextos escolares ni de diseñar materiales didácticos para otros. Aun así, la intervención se constituye en una experiencia inicial valiosa que puede motivarlos a construir su identidad docente y a proyectarse como

futuros mediadores capaces de integrar la enseñanza de la química con prácticas pedagógicas significativas y contextualizadas.

8. La integración del enfoque CTSA, se logró articular como dimensiones interdependientes del conocimiento químico, la reflexión sobre la industria tabacalera, la contaminación por colillas y el consumo responsable propicio el desarrollo de un pensamiento crítico que reconoce lo complejo que son los problemas sociocientíficos contemporáneos. Los estudiantes pasaron de un pensamiento descriptivo a uno interpretativo y propositivo que se evidencia en el análisis del Storytelling inicial y final (sesión 1 y 4) y en los debates y reflexiones del Padlet y Mentimeter, donde los estudiantes pasan de describir sustancias o efectos a interpretar, contextualizar y valorar éticamente los fenómenos químicos relacionados con el cigarrillo, Asimismo, elaborando discursos que integraron el análisis de evidencias con juicios éticos y propuestas de acción. Así, la secuencia didáctica no solo fortaleció los aprendizajes disciplinares, sino que también impulsó la formación de docentes comprometidos con la transformación social y ambiental desde la enseñanza de la química.
9. Los resultados demuestran que la estrategia implementada permitió el desarrollo integral de los saberes científicos, ciudadanos y didácticos, los cuales están orientados por un enfoque CTSA y mediados por la gamificación como herramienta de motivación y reflexión. Las distintas intervenciones evidenciaron que los espacios de formación inicial de docentes deben fomentar el dialogo entre la teoría, practica y la ética, conocimiento y acción. La química, comprendida desde esta mirada, se convierte en un medio para educar ciudadanos y futuros docentes críticos, conscientes y responsables frente a los desafíos ambientales y de salud que enfrenta la sociedad actual.
10. La estrategia didáctica demostró ser una herramienta innovadora para articular la enseñanza de la química con problemáticas sociocientíficas, favoreciendo el pensamiento crítico y la conciencia ambiental en la formación inicial de docentes. La implementación permitió evidenciar que la enseñanza de la química puede trascender el laboratorio, promoviendo en los futuros docentes actitudes reflexivas frente a la salud pública, la ética profesional y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el alcance de la intervención de limitó a un grupo reducido y a un periodo corto de aplicación, por lo que se recomienda replicar la estrategia en otros cursos y contextos educativos para evaluar su sostenibilidad y transferibilidad. Futuras investigaciones podrían profundizar en la evaluación de competencias docentes derivados del uso de estrategias gamificadas con enfoque CTSA, así como el diseño de recursos digitales para abordar otras controversias sociocientíficas. En suma, la presente investigación aporta a la didáctica de la química, una propuesta que

integra la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente desde la acción reflexiva del futuro docente, fortaleciendo su rol como agente transformador dentro y fuera del aula.

11. La gamificación demostró ser una estrategia didáctica eficaz para el aumento de la motivación y el compromiso de los futuros docentes, permitiendo que la apropiación del saber químico ocurriera de manera contextualizada y significativa.
12. El uso de las TIC aplicada en el Canva enriqueció la experiencia, al ofrecer entornos visuales e interactivos que facilitaron la comprensión de la química del cigarrillo y sus implicaciones socioambientales, además que gracias a la estructura narrativa y los retos propuestos los estudiantes asumieron un rol activo que les permitió desarrollar conciencia crítica frente al tabaquismo como problema de salud pública y ambiental.

RECOMENDACIONES

Desde los resultados que se obtuvieron y el análisis integral del proceso de implementación de la estrategia didáctica gamificada la cual tiene un enfoque CTSA, se formulan las siguientes recomendaciones orientadas al fortalecimiento metodológico y a la optimización de los procedimientos experimentales y pedagógicos.

Desde el componente experimental, se sugiere el uso de equipos más adecuados y con más sensibilidad analítica, como lo es el horno de grafito o también el espectrofotómetro de absorción atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP). Ya que ambos permiten realizar distintas lecturas en un rango de partes por billón (ppb). Este rango de sensibilidad a la hora de hacer la lectura es esencial para las muestras de cigarrillo, donde las concentraciones metálicas suelen ser muy bajas. La técnica convencional de absorción atómica por llama no alcanza a la detección de dichos metales, lo que posiblemente influyó en los valores registrados en la práctica. Asimismo, se recomienda aumentar la cantidad de muestra a analizar en el proceso de carbonización, empleando alrededor de diez cigarrillos. De esta manera, se obtiene un residuo mucho más representativo y estable en la digestión ácida, lo que favorece la recuperación de analitos y mejora la reproducibilidad del ensayo. De esta misma manera, se aconseja realizar una única digestión y aforar el volumen final a 25 mL, en lugar de 100 mL, con el propósito de evitar diluciones excesivas que dificulten la detección de los metales. En cuanto a la preparación de extractos, es conveniente triturar una cantidad mayor de muestra, pues un volumen más amplio de material vegetal posibilita una extracción más eficiente de los metabolitos secundarios. Esta mejora podría explicar los resultados

negativos obtenidos en pruebas cualitativas, como la de Dragendorff, pese a la posible presencia de alcaloides en bajas concentraciones.

Ahora bien, en lo que respecta al componente didáctico y formativo, se dispone en ampliar la aplicación de la estrategia “del cigarrillo a la conciencia” a diferentes espacios académicos del programa licenciatura en química, con la finalidad de validar su pertinencia y efectividad en distintos niveles de formación. Siguiendo con lo anterior se recomienda fortalecer la evaluación formativa mediante la incorporación de rúbricas más específicas que permitan valorar con mayor precisión la argumentación científica, la reflexión ética y la apropiación del enfoque CTSA por parte de los futuros docentes, como también se sugiere seguir diseñando más recursos digitales para complementar la estrategia como lo son; min juegos o laboratorios virtuales, los cuales favorezcan la comprensión de los impactos químicos, sociales y ambientales que trae el cigarrillo, fomentando el aprendizaje autónomo y la motivación estudiantil. También se considera importante promover espacios de trabajo interdisciplinario para articular así la enseñanza de la química con diferentes áreas, permitiendo un abordaje integral de las problemáticas socio científicas actuales.

Para finalizar, desde un punto de vista investigativo se sugiere reproducir la estrategia didáctica en diversos contextos académicos con muestras poblacionales más amplias, con el fin de fortalecer la validez externa de los resultados y favorecer su generalización. Dicho lo anterior, esta réplica permitiría observar las transformaciones sostenidas en el tiempo en cuanto al desarrollo del pensamiento crítico, ético y ciudadano de los participantes. De igual forma, se recomienda profundizar en el estudio cuantitativo de los datos experimentales vinculados a los compuestos presentes en el cigarrillo, mediante la incorporación de técnicas instrumentales de mayor sensibilidad y la comparación de los resultados con investigaciones recientes sobre contaminación y salud ambiental. En conjunto, estas orientaciones apuntan al fortalecimiento de futuras propuestas didácticas basadas en problemáticas sociocientíficas, que articulen la enseñanza de la química con la formación ciudadana y ambiental, reafirmando el papel del docente como mediador entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, J. R.-R. (2010). Hábitos deportivos y estilos de vida de los escolares de ESO en los municipios de la provincia de Almería (Sporting habits and lifestyles of the schoolchildren of Secondary Obligatory Education in the municipalities of the province of Almería). *Retos*, 17, 49.
- Acevedo, J. A. (2004). La educación científica y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad: desafíos actuales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3–17.
- Agilent Technologies. (s.f.). *Flame and graph ite furnace atomic absorption spectroscopy: Application compendium* (AAS-5994 3118 EN). <https://www.agilent.com/cs/library/applications/appcompendium-aas-5994-3118en-agilent.pdf>
- Andrade Coureaux, J. C. , & C. R. L. (2022). Tabaquismo más allá de una simple controversia. *V Simposio Académico Sobre Adicciones [Internet]*.
- Avendaño Contreras, E. L. (2023). *Conocimientos y prácticas para la prevención de cáncer de estómago, en usuarios que acuden al Hospital de Apoyo de Jesús Nazareno, Ayacucho 2022*.
- Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido* (Vol. 89). Ediciones Akal.
- Baptista, B. (2018). *Una aproximación a las capacidades de diseño e implementación de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina*. *Revista Iberoamericana de CTS*. Disponible en: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/68>
- Beltrán Carrillo, L. S., & Caro Cuervo, N. V. (2025). *Aplicación de un proceso biotecnológico para la degradación de acetato de celulosa de colillas de cigarrillo usando Pleurotus Ostreatus*.
- Bermúdez, O. M. (2016). Educación ambiental, valores y prácticas Sustentables. *Una Guía Para Educadores Del Siglo XXI*. Instituto de Estudios Ambientales-Universidad Nacional de Colombia.
- Boubeta, A. R., Golpe, S., Barreiro, C., Gómez, P., & Folgar, M. I. (2020). La edad de inicio en el consumo de alcohol en adolescentes: implicaciones y variables asociadas. *Adicciones*, 32(1), 52–62.
- Cabero-Almenara, J. (2020). Las tecnologías de la información y la comunicación como recurso para el aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 9–27. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.25491>

- Cajas, F. (2001). Educación en tecnología: el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). *Revista Educación en Tecnología*, 1(1), 7–12.
- Castro Soriano, A. V., Villamizar Sierra, C. A., Patiño Ramirez, L. F., Ronderos Guzmán, N. E., & Ronderos-Guzmán, N. E. (2024). *Prevalencia, conocimientos y percepciones de estudiantes de instrumentación quirúrgica frente al uso del cigarrillo electrónico en la Universidad El Bosque*.
- CDC Centers for Disease Control and Prevention. (2024, September 17). *Fumar y consumo de tabaco*. Efectos Del Cigarrillo Sobre La Salud: Cáncer.
- Congreso de la República de Colombia. (2009). *Ley 1335 de 2009 por la cual se dictan disposiciones para prevenir daños a la salud de los menores de edad y la población no fumadora y se estipulan políticas públicas para la prevención del consumo del tabaco y el abandono de la dependencia del tabaco*. Diario Oficial No. 47.417. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36878>
- Cuacés-Ipiales, S. L., Turriago-Hurtado, E. S., Castro-Páez, A. F., & Urrego-Cueva, G. V. (2024). Enfermedades bucodentales por consumo de alcohol, cigarrillo en adolescentes [Oral diseases due to alcohol, cigarette smoking in adolescents]. *Sanitas. Revista Arbitrada de Ciencias de La Salud*, 3(especial odontología), 297–302.
- Dávila-Rodríguez, L. P. (2020). Apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un legado de sentidos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(22), 116–136.
- De Cigarrillos, C. P. C. (2019). *Biblioteca Del Congreso Nacional De Chile*, 121967.
- Delgado, J. S. C., & Blanco, A. M. P. (2022). Trabajo Social y apropiación social del conocimiento científico en contextos educativos rurales:: la experiencia de Investigadores por Naturaleza. *Cátedra Paralela*, 21, 157–181.
- Dube, S. R., Cook, M. L., & Edwards, V. J. (2010). INVESTIGACIÓN ORIGINAL Consecuencias en la salud debido a experiencias adversas en la niñez en Texas, 2002. *INVESTIGACIÓN*, 7(3), 09_0158_es.
- Eduardo Santa Cruz, A. (2022). *Prensa y sociedad en Chile, siglo XX*. Editorial Universitaria de Chile.
- Esguerra Cantillo, G. (2024). *Descripción del comportamiento clínico de los pacientes con cáncer de pulmón en la fundación santa fe de Bogotá entre los años 2021-2024*.

- Fabelo Roche, J. R., Iglesias Moré, S., & Álvarez Martínez, E. M. (2019). Cuestionario de Clasificación de Consumidores de Cigarrillos. Resultados de su aplicación en Cuba, 2017. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 18(4), 654–665.
- Fernández González, E. M., & Figueroa Oliva, D. A. (2018). Tabaquismo y su relación con las enfermedades cardiovasculares. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 17(2), 225–235.
- Fernandes, I. M. (2014). *Educación científica con enfoque CTSA: aportes para la formación docente*. Formación Universitaria, 7(5). Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v7n5/art04.pdf>
- Fernández Medina, I., & Ruíz Fernández, M. D. (2023). El Aprendizaje A Través De La Gamificación En Los Estudiantes De Enfermería. *Escuela Digital Y Nuevas Competencias Docentes* _.
- García, A., & Parga, D. (2017). Enseñanza de la química desde un enfoque CTSA: reflexiones para la formación de profesores en Colombia. *Revista TED*, 33, 45–58.
- García Bayon, I., & Rodríguez-Izquierdo, R. M. (2024). Revisión Sistemática sobre Educación para una Ciudadanía Global Transformadora. *Revista Internacional de Educación Para La Justicia Social*, 13(1), 171–186. <https://doi.org/10.15366/riejs2024.13.1.009>
- García, C. (2019). La comunicación de la ciencia y la tecnología como herramienta para la apropiación social del conocimiento y la innovación. *Journal of Science Communication-América Latina*, 2(1), Y02.
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Sifredo Barrios, C., Valdés, P., & Vilches Peña, A. (2005). *¿ Cómo promover el interés por la cultura científica?. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Gómez, C., Vallejo, P., & Aguilar, J. (2025). A Systematic Literature Review on Serious Games Methodologies for Training in the Mining Sector. *Information*, 16(5), 389. <https://doi.org/10.3390/info16050389>
- González Ramos, R. M., Hernández Cardet, Y., Vázquez González, J. A., Alonso Suárez, B., & Ferreiro Reynaldo, A. (2016). Pasatiempo sin Humo: Propuesta de Programa educativo, contra el hábito de fumar en adolescentes. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(5), 782–793.

- Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. *Por Los Rincones. Antología de Métodos Cualitativos En La Investigación Social*, 3(2), 113–145.
- Guanotuña Balladares, G.E., Polanco Monteros, E. P., Zapata Achig, V. H., Londoño Vega, K. A., Sosa Zaiza, N. E. & Andino Córdova, A. A. (2023). *El storytelling como estrategia didáctica innovadora para promover el aprendizaje significativo en la educación: Exploración y aplicaciones*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 7726-7739. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8352
- Guevara Roza, L. M. (2018). *Estrategia didáctica para el aprendizaje y reflexión sobre los efectos nocivos del consumo de cigarrillo*.
- Hernández-Aguado, I., & García, A. M. (2021). ¿ Será mejor la salud pública tras la COVID-19? In *Gaceta sanitaria* (Vol. 35, pp. 1–2). SciELO Public Health.
- Herrera, N. A., Dmytrejchuk, A. M., Rada, D., Mosquera, B., Melkon, R. M., & Adrianza, M. (2010). Comparación de los niveles de contaminación por humo de tabaco ambiental en lugares de trabajo en 4 ciudades de Venezuela. *Revista Del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 41(2), 7–15.
- Ibañez, M. L. R., Arana, M. S., Aizpurua, N. E., Lecuona, M. C. V., De Juan, L. S., Tabernero, M. M. D. C., Laca, N. L., & Lizarribar, M. A. U. (2019). Trabajando con la comunidad: campaña “Tolosaldea sin humo ni colillas de tabaco.” *International Journal of Integrated Care*, 19(4).
- Jara-Reinoso, M. D., & Arráiz-De-Fernández, C. (2024). Uso del cigarrillo electrónico y riesgo de padecer enfermedades respiratorias en adolescentes y adultos jóvenes. *Ciencia y Enfermería*, 30.
- Jiménez-Ruiz, C. A., López-Padilla, D., Alonso-Arroyo, A., Aleixandre-Benavent, R., Solano-Reina, S., & de Granda-Orive, J. I. (2021). COVID-19 y tabaquismo: revisión sistemática y metaanálisis de la evidencia. *Archivos de Bronconeumología*, 57, 21–34.
- Karelovic Vargas, F., & Kong, F. (2022). Articulación entre educación ambiental y educación científica: una mirada desde las competencias en sostenibilidad desarrolladas en la formación inicial docente. *Pensamiento Educativo*, 59(1), 1–18.
- Lampert, D. A., Cortizas, L., & Porro, S. (2024). *El Arsénico en Agua como Controversia Sociocientífica para la Formación del Profesorado en Tems Ambientales y Alimentarios*.

- Lara Moreno, L. N. (2023). *La rehabilitación ambiental como escenario de aprendizaje y transformación socio-cultural en las veredas de Salgar*.
- Larco, M. F. A., & Cañizares, N. D. (2021). Valoración del grado de pigmentación en dientes acrílicos sometidos a humo del cigarrillo. *Revista Médica-Científica Cambios HECAM*, 20(2), 46–52.
- Leyva, Y. M., Gutiérrez, C. A. G., & Roque, C. F. L. (2023). ESTUDIO PSICOPEDAGÓGICO DEL AFRONTAMIENTO A FRUSTRACIONES EN LA ADOLESCENCIA. *La Orientación Educativa: Una Mirada Desde La Investigación Científica*.
- Lineth, D., & Lozano, P. (n.d.). Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido y la formación ciudadana ambiental Do CTSA educativo à ambientalizaçã do conteúdo e a formaçã cidadã ambiental From Educational STSE to Content Environmentalization and Environmental Citizenship Training. In *Revista CTS* (Vol. 17). <https://orcid.org/0000-0002-7899-0767>.
- Lletjós, P., Contiente, X., Arechavala, T., Fernández, E., Schiaffino, A., Pérez-Ríos, M., & López, M. J. (2021). Asociación entre el humo ambiental de tabaco y el estado de salud en la población infantil. *Gaceta Sanitaria*, 34, 363–369.
- López-Aguirre, J. F., Pomaquero-Yuquilema, J. C., & López-Salazar, J. L. (2020). Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. *Polo Del Conocimiento*, 5(12), 725–742.
- Marco-Stiefel, B., Ibáñez, T., & Alberó, A. (2000). Diseño de actividades para la alfabetización científica. aplicaciones a la Educación Secundaria. *Apuntes IEPS*, 66.
- Martínez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 36, 77–94.
- Martínez-López, E., & Díaz-Valencia, P. A. (2015). Respirar aire contaminado es tan nocivo como fumar cigarrillo. *Revista de Salud Pública*, 17, 365–378.
- MDPI (2022). Toxicological Effects of Cigarette Smoke Constituents. *Toxics*, 10(11), 681. <https://www.mdpi.com/2305-6304/10/11/681>
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Plan Nacional Decenal de Educación 2016–2026*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. MEN.

- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2021). *Política de transformación digital educativa*. MinTIC.
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2014). *Manual de gestión para la inspección, vigilancia y control de la Ley 1335 de 2009* (Control del tabaco). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/MinSalud-instalaciones-a-autoridades-a-reforzar-medidas-de-vigilancia-de-Ley-antitabaco.aspx>
- Montalvo Salazar, S., Hernández González, A., Muñoz Castillo, V., & Vega Cruz, G. M. (2022). Gamificación en la Plataforma Moodle: ¿Mito o Realidad? *Referencia Pedagógica*, 10(3), 17–34.
- Morales, J. C. R. N. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, 60, 102–116.
- Moreira, S. M., & de las Mercedes Giadas, M. (2021). La entrevistas virtual, ¿ la nueva forma de administración de las técnicas cualitativas? *XIV Jornadas de Sociología*.
- Moreno, N. D., Martín, E. C., & Nieto, J. E. S. (2019). Las controversias sociocientíficas como herramienta didáctica para el desarrollo de la alfabetización científica. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 12, 261–281.
- Murillo Durán M. C., Tirado Santamaría, E. (2020). *Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad y Ambiente (CTSA) como estrategia para el aprendizaje de la química en estudiantes de secundaria*. *Cultura, Educación y Sociedad* (Revista). Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/2843/2994>
- Murillo Medina, C. A. (2018). El consumo de sustancias psicoactivas en jóvenes estudiantes de una institución educativa del municipio de Neira (Caldas): un estudio de caso desde la mirada de la educación inclusiva. *Cultura y Droga*, 23(26). <https://doi.org/10.17151/culdr.2018.23.26.8>
- National Center for Biotechnology Information (2012). *Chemistry and Toxicology of Cigarette Smoke and Biomarkers of Exposure and Harm*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK53014/>
- OMS. (2023, July 31). *Tabaco*.
- OpenAI. (2025, mayo 9). *Respuesta generada por ChatGPT sobre el diseño de cronograma de investigación cualitativa*. <https://chat.openai.com>

- Paixão, W. B.; Cordeiro, I. J. D. (2021). *Práticas de gamificação em turismo: Uma análise a partir do modelo de Werbach & Hunter (2012)*. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, 15(3), e-2067.
- Parga Lozano, D. L (2022). *Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido*. Redalyc. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/924/92476009007/html/>
- Pérez, J. R. M., Leyva, E. H. P., & Cordoví, L. L. B. (2023). Validación de un programa de intervención educativa-conductual sobre tabaquismo dirigido a adolescentes. *Opuntia Brava*, 15(2), 253–265.
- Petit, C. O., Martínez, M. I. C., Madariaga, B., & Gatica, M. R. Q. (2024). Controversias sociocientíficas en la formación inicial docente: una reflexión desde el contexto chileno. *Sisyphus: Journal of Education*, 12(3), 8–28.
- Quintero Duque, L. X., Sotelo Sanchez, M. E., & Riaño Alvarado, O. F. (2022). *Ambientalización curricular para la ciudadanía y sustentabilidad ambiental. Análisis de criterios desde la Licenciatura en Química*.
- Ramos, O. P., Fernández, J. P., Díaz, Y. J. R., & García, T. (2021). El cambio climático en la formación de profesores de física. *Revista Boletín Redipe*, 10(13), 347–367.
- Rivera Olavio, J. H., & Palacios Moreno, M. (2025). *Abundancia y distribución de colillas de cigarrillos en seis playas de las provincias de Santa Elena y Guayas en el Ecuador*.
- Rodríguez Hernández, B. F. (2017a). *Conocimiento profesional del profesor de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas: un estudio de caso de un grupo de investigación en la interacción universidad-escuela*.
- Rodríguez Hernández, B. F. (2017b). *Conocimiento profesional del profesor de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas: un estudio de caso de un grupo de investigación en la interacción universidad-escuela*.
- Ruiz, M. J. S., & Moreno, A. F. V. (2023). Tabaquismo escolar como eje problematizador para la formación de ciudadanos críticos, diseño didáctico. *Bio-Grafía*, 16(Extraordinario).
- Ruiz-Sandoval, J. L., León-Jiménez, C., Chiquete-Anaya, E., Sosa-Hernández, J. L., Espinosa-Casillas, C. A., Cantú, C., Villarreal, J., Barinagarrementeria, F., Arauz, A., & Leyva, A. (2010). Estilos de vida y prevención primaria y secundaria de enfermedad vascular cerebral. *Revista de Investigación Clínica*, 62(2), 181–191.

- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Salud, O. P. (2020). Organización Panamericana de la salud. *Obtenido de <https://www.paho.org/ecu/index.php>*, 2685–2702.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. *RH Sampieri, Metodología de La Investigación*, 22.
- Santos Junior, É. C. de A., Silva, G. A., & Paiva, N. S. (2025). Calidad de los Datos de los Registros Hospitalarios de Cáncer: Un análisis de los Casos de Cáncer Registrados en el Brasil entre 2000 y 2020. *Revista Brasileira de Cancerologia*, 70, e-224568.
- Secundaria Obligatoria Bachillerato, E., & Fernández-Oliveras Ana Sebastián-García, A. (n.d.). *Propuestas de aprendizaje basado en juegos y gamificación para la enseñanza-aprendizaje de la Física y la Química en Micro-spin-offs educativos III*.
- Smith, R. A., Cokkinides, V., & Eyre, H. J. (2004). American Cancer Society guidelines for the early detection of cancer, 2004. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 54(1), 41–52.
- Stake, R. (2013). Estudios de casos cualitativos. *Las Estrategias de Investigación Cualitativa*, 3.
- Tobacco in Australia (2018). Measuring emissions and exposure to tobacco products. <https://www.tobaccoinustralia.org.au/chapter-12-tobacco-products/12-5-measuring-emissions-and-exposure-to-tobacco-products>
- Urrego-Estrada, G. A., Gutiérrez-Ossa, J. A., & Jurado-Zambrano, D. A. (2021). Gestión del conocimiento en las Instituciones de Educación Superior para la apropiación social del conocimiento. *Pensamiento y Acción*, 31, 27–51.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2007, February). *METHOD 7010: Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry* (SW-846, Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods). <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/7010.pdf>
- Valderrama, C. (2012). Formación de profesores de ciencias desde una perspectiva CTSA. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 10(2), 77–85.

Valera, L. R., Borjas, Y. C., Maden, D. P., & Garcell, K. C. (2020). Nivel de conocimientos sobre el tabaquismo y su relación con la cavidad bucal. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 49(1), 41–56.

Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. *Estrategias de Investigación Cualitativa*, 1, 23–60.

World Health Organization (2023). Health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons. <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289056533>

Anexos

Anexo 1. Justificación de la estrategia didáctica

Del cigarrillo a la conciencia: estrategia didáctica gamificada para la enseñanza de la química y la apropiación de saberes en la formación inicial de docentes

Estimado(a) evaluador(a):

Se presenta a su consideración la **estrategia didáctica gamificada** titulada “*Del cigarrillo a la conciencia: estrategia didáctica gamificada para la enseñanza de la química y la apropiación de saberes en la formación inicial de docente*”. Esta propuesta ha sido diseñada en el marco del trabajo de grado de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y tiene como propósito articular los contenidos disciplinares del curso *Teorías Químicas I* a partir de las problemáticas sociocientíficas y ambientales en torno al cigarrillo, la propuesta se desarrolla desde el enfoque **CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente)**.

El documento incluye la justificación, los objetivos, la tabla sintética con la visión global de las cinco sesiones, el desarrollo de cada una de las cinco sesiones gamificadas, los anexos metodológicos con protocolos de laboratorio y los instrumentos de validación (formato para expertos y rúbrica de caracterización del juego). Con ello se busca que usted valore la **pertinencia, coherencia, rigor e innovación** de la propuesta, así como su alineación con los objetivos del proyecto de tesis.

Agradecemos de antemano sus observaciones y recomendaciones, que serán fundamentales para enriquecer y fortalecer esta estrategia.

Formato de Validación Cualitativa de Estrategia Didáctica

Datos del experto

Nombre: _____

Institución: _____

Área de especialidad: _____

Fecha: _____

Instrucciones

Lea cuidadosamente la propuesta de estrategia didáctica y registre sus valoraciones cualitativas en los apartados siguientes. Sus comentarios son fundamentales para fortalecer la coherencia pedagógica, didáctica y científica de la propuesta.

Pertinencia

¿La estrategia aborda de manera adecuada la problemática del cigarrillo desde la perspectiva sociocientífica y ambiental?

¿Se justifica su aplicación en la formación inicial de docentes de química?

Comentarios del experto:

Coherencia interna

¿Existe articulación entre los objetivos, las actividades y los resultados esperados?

¿Las sesiones se encuentran bien conectadas entre sí?

Comentarios del experto:

Rigor científico y didáctico

¿Los contenidos de química se presentan de manera correcta y contextualizada?

¿La estrategia promueve la apropiación de saberes científicos y ciudadanos?

Comentarios del experto:

Innovación

¿El uso de la gamificación y la perspectiva sociocientífica es pertinente e innovador?

¿La propuesta genera motivación y reflexión crítica en los estudiantes?

Comentarios del experto:

Aplicabilidad

¿La estrategia puede implementarse con estudiantes de primer semestre de licenciatura en química?

¿Facilita la evaluación de aprendizajes y actitudes de manera formativa?

Comentarios del experto:

Recomendaciones globales

Aspectos fuertes de la estrategia:

Aspectos por mejorar:

Sugerencias específicas para la implementación:

Comentarios del experto:

Con el fin de evaluar la pertinencia y efectividad de la estrategia propuesta, se empleará una rúbrica basada en los elementos de la Pirámide de Werbach y Hunter

(2012), la cual organiza los aspectos del juego en tres dimensiones: dinámicas, mecánicas y componentes. La rúbrica permite valorar logros, motivación, interacción social y participación colaborativa, contemplando procesos y resultados de aprendizaje. Se han incorporado ajustes recomendados por los autores como la gestión de emociones variadas, la diferenciación entre misión global y conquistas parciales y la observación de balance ético/motivacional.

DIMENSIÓN	ELEMENTO DE JUEGO	APLICACIÓN EN LA ESTRATEGIA	CUMPLE/NO CUMPLE	OBSERVACIONES
DINÁMICAS	Emociones	Storytelling inicial, el misterio del humo, los roles en la audiencia final y entrega de insignias. Genera curiosidad, indignación, sorpresa y reflexión crítica como parte del aprendizaje.		
	Narrativa	Misión global "Industria tabacalera vs. salud y ambiente", que conecta las cinco sesiones con propósito común		
	Progresión	Acumula puntos, insignias y logros a lo largo de las misiones, avanzando desde concepciones previas hasta la argumentación crítica final.		
	Relacionamiento	Equipos de laboratorio, foros en Padlet y la audiencia final con roles, que fortalecen la interacción social y la construcción colectiva del conocimiento.		
	Restricciones	Reglas de juegos (superar niveles en Canva), los límites de tiempo en debates y la exigencia de precisión experimental.		
	Balance ético/motivacional	Se busca mantener motivación positiva en la competencia		
MECÁNICAS	Adquisición de recursos	Recolección de datos experimentales, evidencias químicas y argumentos sociales que les permiten avanzar en las misiones.		
	Azar	Preguntas o retos aleatorios que generan sorpresa.		
	Competencia	Ranking de precisión en el laboratorio y comparación de equipos en debates.		
	Cooperación	Trabajo en equipos de laboratorio, resolución conjunta del "misterio del humo" y mapas conceptuales colectivos.		
	Desafíos	Cada sesión presenta un reto: explorar concepciones, superar niveles en Canva, identificar metales y compuestos, resolver el misterio del humo o defender roles.		
	Retroalimentación	Insignias, puntos, rankings, foros de discusión y comentarios en		

DIMENSIÓN	ELEMENTO DE JUEGO	APLICACIÓN EN LA ESTRATEGIA	CUMPLE/ NO CUMPLE	OBSERVACIONES
		debates, permiten reconocer avances.		
	Recompensas	Simbólicas: insignias (“explorador ciudadano”, “detective químico”) y títulos motivadores.		
	Victoria	Argumentación crítica en la audiencia final, integrando aprendizajes conceptuales, experimentales y ciudadanos.		
COMPONENTES	Avatar	Roles simbólicos en misiones: explorador, viajero, detective, cazador de moléculas y ciudadano crítico.		
	Bienes virtuales	Uso de Padlet y Canva para recoger evidencias, insignias y puntos.		
	Insignias (Badges)	Otorgadas por logros: participación inicial, superar niveles, precisión experimental, detección de sustancias, calidad de la argumentación.		
	Jefe (Boss)	Laboratorio con “reto mayor” y la audiencia final como el “gran jefe” al enfrentar con argumentos y evidencias.		
	Colecciones	Acumulan insignias, títulos y registros de sus logros que conforman una colección personal y grupal.		
	Conquistas	Cada misión completada (del 1 al 5) constituye una conquista que refuerza el sentido de avance.		
	Contenidos desbloqueables	Los niveles en Canva, las pruebas de laboratorio y los roles de la audiencia solo se acceden tras superar misiones previas.		
	Gráfico social	Padlet y en los foros, donde los estudiantes comparten percepciones, respuestas y reflexiones colectivas.		
	Misión	Cada sesión es una misión dentro de la narrativa global, con un objetivo específico que contribuye a la meta final.		
	Niveles	Recorrido en Canva y en la progresión de roles (de explorador inicial a ciudadano crítico).		
	Puntos	Se entregan por participación, precisión, superación de retos y calidad argumentativa.		
	Presentes	Logros colectivos (ej. mapa conceptual, nube de palabras) funcionan como aportes compartidos.		

DIMENSIÓN	ELEMENTO DE JUEGO	APLICACIÓN EN LA ESTRATEGIA	CUMPLE/ NO CUMPLE	OBSERVACIONES
	Ranking	clasificación en laboratorio de metales para motivar la mejora.		
	Equipos	Trabajo colaborativo en laboratorios, debates y roles en la audiencia final.		

Tabla 2. Adaptado de Werbach y Hunter (2012), por Cantor & Ortiz, 2025.

Del cigarrillo a la conciencia: estrategia didáctica gamificada para la enseñanza de la química y la apropiación de saberes en la formación inicial de docentes

Introducción.....	137
1. Justificación.....	138
2. Objetivos de la estrategia.....	139
2.1. Objetivo general.....	139
2.2. Objetivos específicos.....	139
3. Estructura general de la estrategia.....	139
3.1. Tabla resumen (visión global de las sesiones).....	139
4. Desarrollo de las sesiones.....	141
4.1. Sesión #1: El inicio de la misión.....	141
4.2. Sesión #2: Recorrido químico del cigarrillo.....	142
4.3. Sesión #3: El laboratorio de las huellas tóxicas.....	143
4.4. Sesión #4: El humo bajo la lupa.....	143
4.5. Sesión #5: La audiencia final: ¿Quién gana, la industria o la vida? ...	144
5. Estructura metodológica de cada sesión.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos.....	¡Error! Marcador no definido.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Introducción

El consumo de cigarrillo constituye una de las problemáticas más significativas de salud y ambiente en la actualidad, reconocido por organismos internacionales como

la OMS (Organización Mundial de la Salud) y el CDC (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, por sus siglas en inglés) como una de las principales causas de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, además de ser un factor de riesgo ambiental debido a la liberación de contaminantes y residuos sólidos como las colillas. En contextos universitarios, donde es frecuente observar esta práctica, se evidencia la necesidad de promover en los futuros docentes de química una reflexión crítica que articule el conocimiento disciplinar con su responsabilidad social y ambiental.

1. Justificación

La estrategia didáctica diseñada para los estudiantes de primer semestre de la Licenciatura en Química cuyo propósito es la apropiación de saberes científicos y ciudadanos en torno al cigarrillo. Se parte de la premisa de que la enseñanza de la química no debe reducirse a la transmisión de contenidos abstractos, sino que debe situarse en problemáticas reales que permitan comprender la relevancia social y ambiental de los conceptos químicos en la vida cotidiana.

La estrategia didáctica plantea cinco sesiones, cada una articulada con un concepto químico y una problemática del cigarrillo: la combustión se relaciona con la emisión de gases tóxicos; la periodicidad, con la toxicidad de metales en cenizas; la teoría del enlace, con la estructura de la nicotina; y la ley de conservación de la masa, con el análisis de residuos sólidos. De esta manera, se busca que los estudiantes aprendan química contextualizada con situaciones cotidianas, favoreciendo tanto el aprendizaje disciplinar como la formación ciudadana crítica.

En este marco, se plantean dos laboratorios de química analítica y química orgánica, diseñados como escenarios donde las problemáticas del cigarrillo se abordan experimentalmente; el primero incluye la determinación del porcentaje de cenizas presente en una muestra de cigarrillo, además de la identificación de metales pesados, como Cd, Pb, Ni, articulando la práctica con la ley de la conservación de la masa, la estructura atómica y las propiedades periódicas, lo que permite discutir fenómenos químicos fundamentales y sus repercusiones en la salud y el ambiente.

El segundo, contempla la detección de alcaloides como la nicotina mediante pruebas clásicas (Dragendorff y Mayer) y el análisis de alquitrán, vinculando la teoría de enlace químico, estructura electrónica, reactividad de los elementos de carbono, hidrógeno y nitrógeno, sustancias reconocidas social y culturalmente por los estudiantes.

2. Objetivos de la estrategia

2.1. Objetivo general

Favorecer en los estudiantes de primer semestre de Licenciatura en Química la **apropiación de saberes científicos, didácticos, ciudadanos, contextuales y críticos** a través del análisis del cigarrillo, mediante una estrategia gamificada que articule los contenidos del curso *Teorías Químicas I* con un enfoque CTSA.

2.2. Objetivos específicos

- **Integrar contenidos disciplinares de la química** (estructura atómica, enlaces, periodicidad, ley de conservación de la masa, compuestos orgánicos) con problemáticas reales asociadas al consumo y efectos del cigarrillo.
- **Promover la reflexión crítica y ciudadana** frente a los riesgos del cigarrillo en la salud y el ambiente, favoreciendo la toma de postura argumentada y responsable.
- **Aplicar la gamificación como estrategia pedagógica innovadora**, incorporando misiones, insignias, progresión y roles, para fortalecer la motivación, el compromiso y la participación estudiantil.
- **Fomentar el trabajo colaborativo y la construcción colectiva de saberes**, mediante debates, laboratorios, foros virtuales y simulaciones de audiencia pública.

3. Estructura general de la estrategia

Así, la estrategia didáctica integra la teoría y la práctica promoviendo cómo la química puede enseñarse con enfoque CTSA, con sentido social y ambiental, y fomenta competencias científicas, críticas y ciudadanas, mediante la experimentación, la argumentación y el debate en torno a una problemática social como se sintetiza en la tabla 1:

3.1. Tabla resumen (visión global de las sesiones)

Sesión	Actividad gamificada	Objetivo de la sesión	Temáticas químicas	Saberes por apropiar	Instrumentos de análisis discursivo
1. "El inicio de la misión"	Storytelling con tarjetas y Padlet: "¿Qué sabemos del cigarrillo?" (puntos por participación).	Identificar concepciones previas y motivar la indagación.	Historia de la química, magnitudes y unidades.	Conceptuales: ideas iniciales. Ciudadanos: percepciones sociales. Contextuales: vínculo con vida cotidiana.	Nube de palabras + notas reflexivas iniciales.
2. "Recorrido químico"	Juego interactivo en Canva con	Reconocer compuestos químicos y	Estructura atómica, tabla periódica,	Científicos: estructura y propiedades.	Registro de respuestas +

Sesión	Actividad gamificada	Objetivo de la sesión	Temáticas químicas	Saberes por apropiar	Instrumentos de análisis discursivo
del cigarrillo”	niveles (nicotina, metales, alquitrán, colillas). Insignias por superar retos.	efectos en cuerpo/ambiente.	enlaces químicos.	Ciudadanos: industria vs. salud. Contextuales: impacto ambiental.	foro breve en Padlet.
3. “El laboratorio de las huellas tóxicas”	Laboratorio analítico: cenizas y metales pesados (Pb, Cd, Ni). Ranking por precisión en datos.	Relacionar presencia de metales con estructura y toxicidad.	Medida en química, espectroscopía de absorción atómica.	Científicos: técnicas analíticas. Didácticos: lectura de datos. Críticos: interpretación social.	Diario de laboratorio + discusión guiada.
4. “El humo bajo la lupa”	Laboratorio de orgánica: pruebas de alcaloides y alquitrán. Juego de detectives: cada equipo debe resolver el “misterio del humo”.	Identificar compuestos orgánicos y efectos adictivos.	Enlaces químicos, compuestos orgánicos.	Científicos: química del humo. Ciudadanos: adicción y publicidad. Críticos: reflexión ética.	Debate grabado + mapa conceptual colectivo.
5. “La audiencia final: ¿Quién gana, la industria o la vida?”	Storytelling de cierre: simulación de audiencia pública con roles (industria, ONG, médicos, ciudadanos). Puntos por calidad de argumentos.	Evaluar aprendizajes y posicionarse críticamente.	Integración de estructura de la materia, enlaces, propiedades periódicas.	Conceptuales: síntesis. Ciudadanos: argumentación crítica. Críticos: toma de postura.	Transcripción y análisis de discursos + rúbrica de argumentación.

Tabla 1. Sesiones de la estrategia didáctica. Cantor & Ortiz, 2025.

4. Desarrollo de las sesiones

4.1. Sesión #1: El inicio de la misión

Objetivo

Identificar concepciones previas y motivar el trabajo sobre el riesgo del cigarrillo visto como un problema de salud pública y contaminación ambiental.

Actividad

La primera misión sitúa a los estudiantes en el rol de exploradores del conocimiento, quienes deben adentrarse en la problemática del cigarrillo como si se tratara de un territorio desconocido. Para ello, se usa la estrategia del *storytelling*, que permite expresar ideas a partir de lo que ven y sienten, transmitiendo narrativas que generen un impacto emocional y realista. Esta dinámica inicial busca activar los saberes previos y abrir un espacio de problematización.

La recopilación de percepciones se realizará a través de la herramienta digital Padlet, disponible en el siguiente enlace: <https://padlet.com/brayanwassa11/del-cigarrillo-a-la-conciencia-t1hk7kmlvsn84s73>, allí cada estudiante registrará sus ideas, que luego serán discutidas en un diálogo con enfoque CTSA sobre el consumo del cigarrillo y su relación con la contaminación ambiental.

Posteriormente, y contando con el consentimiento informado, se procederá a grabar los debates generados, en los cuales los estudiantes defienden sus ideas previas. Dichos registros serán insumo para un análisis del discurso, orientando a identificar los conocimientos iniciales y las representaciones sociales que tienen acerca del cigarrillo.

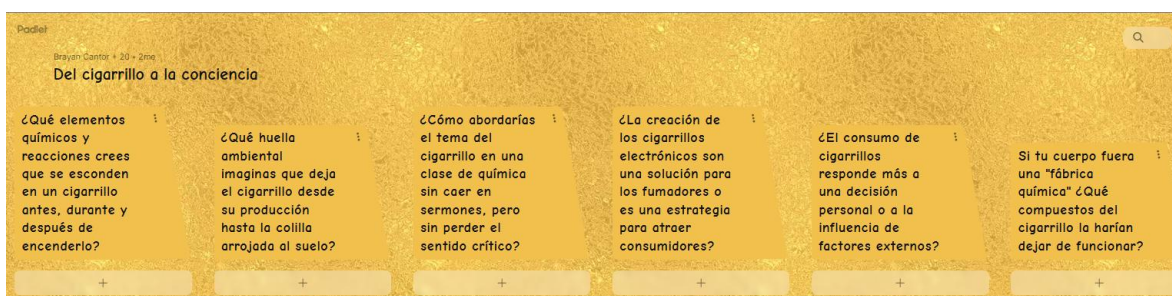


Figura 1. Pantalla de inicio del Padlet. Cantor & Ortiz, 2025.

Como parte de la narrativa gamificada, los estudiantes obtendrán su primera insignia como explorador ciudadano, que los reconoce como agentes capaces de aportar información, testimonio y percepciones a un problema que trasciende en el aula. Desde la óptica de la ciencia ciudadana, esta primera misión enfatiza la participación y la construcción colectiva de saberes que servirán como base para la misión global.

La actividad conecta con contenidos del programa de Teorías Químicas I con historia de la química, evolución de conceptos científicos, medidas en química y caracterización de sustancias, por lo tanto, el cigarrillo se convierte en un objeto de estudio que vincula saberes disciplinares con una problemática social.

4.2. Sesión #2: Recorrido químico del cigarrillo

Objetivo

Reconocer los principales componentes químicos del cigarrillo y sus efectos en el cuerpo y el ambiente, mediante una controversia sobre los desechos de colillas como contaminantes.

Actividad

En la segunda misión, los estudiantes asumen el rol de viajeros químicos, que deben emprender en un recorrido gamificado en la plataforma Canva (https://www.canva.com/design/DAGxR_pcgNg/cy78XQfdGGnuy9ypPJtbg/edit). Este viaje los lleva a explorar distintos mundos, cada uno representando un desafío: la nicotina, los metales pesados, los compuestos orgánicos y las colillas.

En cada estación entrarán videos, lecturas y minijuegos diseñados para identificar causas y consecuencias asociadas a cada sustancia, cada reto superado les otorga insignias temáticas, por ejemplo, guardián del aire, protector del agua o defensor del suelo; que refuerzan el sentido de progresión dentro de la estrategia. Además, acumulan puntos de experiencia que les permitirán avanzar en la misión global.



Figura 2. Juego interactivo. Cantor & Ortiz, 2025.

Desde el enfoque disciplinar, este recorrido permite relacionar la toxicidad y reactividad e los compuestos químicos con temas como estructura atómica, configuración electrónica, tabla periódica y enlace químico. A nivel CTSA, se debate el papel de la industria tabacalera frente a la salud pública y la contaminación ambiental. Mientras que, desde la perspectiva de la ciudadanía, los estudiantes actúan como observadores críticos, generando conciencia pública sobre el impacto de los desechos y participando en la identificación de contaminantes que afectan al ambiente y la sociedad.

4.3. Sesión #3: El laboratorio de las huellas tóxicas

Objetivo

Relacionar la presencia de metales pesados en el cigarrillo con su estructura atómica, propiedades periódicas y toxicidad y con la contaminación ambiental que este genera por su presencia en las colillas.

Actividad

La tercera misión transforma a los estudiantes en guardianes de la evidencia química, cuya tarea es investigar el cigarrillo como si fuese una muestra ambiental que debe analizarse rigurosamente para revelar sus tóxicos. La práctica consiste en determinar la cantidad de metales pesados mediante carbonización y calcinación, complementada con la lectura en un espectrofotómetro de absorción atómica (*visualizar anexo 1*)

El ejercicio conecta directamente con los contenidos de medidas en química, como precisión, exactitud, porcentaje de masa y con la ley de conservación de la masa, al mostrar que la materia no desaparece, sino que se transforma en residuos sólidos y gases. Asimismo, se destacan las propiedades periódicas de elementos como plomo, cadmio y níquel, explicando cómo su ubicación en la tabla periódica permite comprender su reactividad y toxicidad.

En términos de gamificación, los equipos reciben puntos de experiencia por la precisión experimental, el trabajo colaborativo y la interpretación de resultados. Quienes logren un análisis adecuado desbloquearán la insignia de detective químico. Desde la perspectiva de ciudadanía, este laboratorio representa un espacio de recolección y análisis de datos experimentales que contribuyen a comprender el impacto ambiental de los cigarrillos. Los estudiantes, en su rol de ciudadanos científicos, generan evidencia válida para alimentar reflexiones sociales sobre la contaminación por colillas.

4.4. Sesión #4: El humo bajo la lupa

Objetivo

Identificar compuestos orgánicos presentes en el humo como la nicotina que tiene un efecto adictivo y relacionarlos con teorías de enlace químico y propiedades periódicas.

Actividad

La cuarta misión sitúa a los estudiantes en el rol de cazadores de moléculas. A través de pruebas clásicas de laboratorio (Dragendorff y Mayer para alcaloides, Baeyer para insaturaciones y un montaje experimental con botella, agua y algodón para observar el efecto del humo), se busca confirmar la presencia de compuestos orgánicos como la nicotina y el alquitrán, (*visualizar anexo 2*).

La narrativa gamificada plantea que los cazadores deben desenmascarar los secretos tóxicos del cigarrillo, recopilando pruebas que respalden sus hallazgos.

El vínculo disciplinar se establece con la teoría del enlace químico, la estructura de compuestos orgánicos y las propiedades periódicas de carbono, hidrógeno y nitrógeno. De esta forma, la identificación experimental de la nicotina ejemplifica cómo el conocimiento químico se traduce en métodos de detección. Por la parte ciudadana, la práctica se convierte en un laboratorio ciudadano, donde los estudiantes aportan evidencia experimental que visibiliza el impacto del consumo del cigarrillo tanto en salud como en el ambiente.

4.5. Sesión #5: La audiencia final: ¿Quién gana, la industria o la vida?

Objetivo

Evaluar comprensión conceptual y actitudes frente al cigarrillo y el ambiente mediante la responsabilidad social y ambiental frente al consumo y desechos de cigarrillos.

Actividad

La misión final cierra el recorrido gamificado. Mediante una nueva dinámica de *storytelling*, los estudiantes recuperan sus ideas iniciales y las confrontan con los aprendizajes adquiridos, evidenciando el cambio conceptual y actitudinal.

En términos de gamificación, esta última misión representa la culminación del recorrido, donde los estudiantes a través de la estrategia evidencian cómo han transformado sus ideas iniciales y consolidan su papel activo en la construcción de saberes frente al cigarrillo como problemas de salud y ambiente.

Desde plano conceptual, la actividad integra aprendizajes sobre estructura de la materia, enlaces químicos y propiedades periódicas, aplicados a un problema real de salud pública y contaminación ambiental. En clave de ciudadanía, este cierre enfatiza la acción transformadora, la responsabilidad compartida y la participación

comunitaria. Se busca que los estudiantes comprendan que sus aportes no terminan en el salón de clase, sino que pueden convertirse en propuestas y reflexiones con impacto social.

Sesión 1. “El inicio de la misión”

Objetivo: Identificar concepciones previas de los estudiantes y motivar la indagación crítica en torno al cigarrillo.

Actividad gamificada: Storytelling inicial mediante tarjetas y Padlet. Los estudiantes comparten sus ideas y reciben puntos por participación.

Temáticas químicas: Historia de la química, magnitudes y unidades.

Saberes para apropiar:

Conceptuales: concepciones iniciales sobre sustancias del cigarrillo.

Ciudadanos: percepciones sociales sobre el consumo.

Contextuales: relación con experiencias cotidianas.

Instrumento de análisis discursivo: nube de palabras y notas reflexivas iniciales.

Sesión 2. “Recorrido químico del cigarro”

Objetivo: Reconocer compuestos químicos del cigarrillo y analizar sus efectos en el cuerpo y el ambiente.

Actividad gamificada: Juego interactivo en Canva con niveles (nicotina, metales, alquitrán, colillas). Se otorgan insignias al superar retos.

Temáticas químicas: Estructura atómica, tabla periódica, enlaces químicos.

Saberes para apropiar:

Científicos: propiedades y estructura de compuestos.

Ciudadanos: dilema entre industria y salud pública.

Contextuales: impactos ambientales de las colillas.

Instrumento de análisis discursivo: registro de respuestas y foro breve en Padlet.

Sesión 3. “El laboratorio de las huellas tóxicas”

Objetivo: Relacionar la presencia de metales pesados en el cigarrillo con su estructura atómica y toxicidad.

Actividad gamificada: Laboratorio analítico sobre cenizas de cigarrillo (Pb, Cd, Ni). Ranking de equipos según precisión en datos experimentales.

Temáticas químicas: Medida en química, espectroscopía de absorción atómica.

Saberes para apropiar:

Científicos: técnicas de análisis químico.

Didácticos: interpretación de resultados experimentales.

Críticos: conexión entre evidencias y problemáticas sociales.

Instrumento de análisis discursivo: diario de laboratorio y discusión guiada.

Sesión 4. “El humo bajo la lupa”

Objetivo: Identificar compuestos orgánicos presentes en el humo del cigarrillo y analizar sus efectos adictivos y cancerígenos.

Actividad gamificada: Laboratorio de química orgánica en formato de juego de detectives. Cada equipo resuelve el “misterio del humo”.

Temáticas químicas: Enlaces químicos, compuestos orgánicos, hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Saberes para apropiar:

Científicos: química del humo y sus reacciones.

Ciudadanos: reconocimiento de la adicción como problema social.

Críticos: análisis ético del consumo.

Instrumento de análisis discursivo: debate grabado y mapa conceptual colectivo.

Sesión 5. “La audiencia final: ¿Quién gana, la industria o la vida?”

Objetivo: Integrar aprendizajes conceptuales y ciudadanos, posicionándose críticamente frente al consumo de cigarrillo.

Actividad gamificada: Simulación de audiencia pública. Roles: industria tabacalera, ONG ambiental, médicos, ciudadanos. Puntos por calidad argumentativa.

Temáticas químicas: Integración de estructura de la materia, enlaces, propiedades periódicas.

Saberes para apropiar:

Conceptuales: síntesis de contenidos químicos abordados.

Ciudadanos: argumentación crítica frente a la problemática.

Críticos: toma de postura fundamentada.

Instrumento de análisis discursivo: transcripción y análisis de discursos mediante rúbrica de argumentación.

Laboratorio #1 – Metales pesados**Determinación de cenizas y metales pesados en el cigarrillo****1. Caso problema**

Las colillas de cigarrillo son uno de los desechos más comunes en calles y cuerpos de agua. Al quemarse, dejan un residuo inorgánico llamado ceniza, que contiene diferentes minerales e incluso, metales pesados. La ubicación de estos metales en la tabla periódica, así como su estructura atómica, permite comprender por qué algunos resultan esenciales en pequeñas cantidades, mientras que otros son de carácter tóxicos.

Con respecto a la problemática planteada, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede determinar la cantidad de cenizas presentes en un cigarrillo, y qué relación tienen sus propiedades periódicas y atómicas con los riesgos para la salud y el ambiente?

2. Objetivos**2.1. Objetivo general**

Determinar la cantidad de cenizas y la presencia de metales pesados en el cigarrillo, relacionando los resultados con la estructura atómica y las propiedades periódicas de dichos elementos.

2.2. Objetivos específicos

- Medir el porcentaje de cenizas en una muestra de tabaco a partir de un proceso de calcinación.
- Identificar y cuantificar la presencia de metales pesados mediante técnicas analíticas básicas.
- Explicar cómo la ubicación en la tabla periódica y la estructura atómica de los metales pesados se relacionan con su toxicidad y persistencia en el ambiente.

3. Hipótesis

3.1. El porcentaje de cenizas en el tabaco comercial se encuentra en un rango característico 8-15 %.

3.2. Los metales pesados detectados presentan configuraciones electrónicas que explican su alta reactividad y toxicidad.

3.3. La posición de los metales en la tabla periódica permite predecir sus tendencias químicas y su capacidad de afectar organismos vivos.

4. Temáticas

- Medida en química (precisión, exactitud, unidades, % cenizas).
- Estructura y modelos atómicos (número atómico, configuración electrónica de Cd, Pb, Ni)
- Tabla y propiedades periódicas (reactividad, toxicidad)

5. Principio activo

5.1. Cenizas

En el análisis de cenizas, algunos de los principios activos de mayor relevancia son los metales pesados, especialmente plomo, cadmio y níquel. Estos elementos no cumplen funciones biológicas esenciales y, al contrario, presentan una elevada toxicidad incluso a bajas concentraciones. Su presencia en cenizas de alimentos, suelos o tejidos biológicos se asocia con procesos de contaminación ambiental por actividades industriales, emisiones vehiculares, uso de fertilizantes y pesticidas, así como descargas de aguas residuales. El plomo afecta directamente al sistema nervioso, el cadmio se acumula en riñones e hígado causando disfunciones renales, y el níquel puede inducir efectos carcinogénicos. En el laboratorio de química analítica, la determinación de estos metales pesados en las cenizas es fundamental para evaluar riesgos toxicológicos y garantizar la seguridad alimentaria y ambiental (Tchounwou, et al, 2012).

5.2. Minerales

En el organismo, los minerales sin nutrientes inorgánicos esenciales encargados de funciones estructurales, reguladoras y metabólicas fundamentales. Estas, forman parte de la composición de huesos, dientes y tejidos blandos que ayudan a regular la presión osmótica, el equilibrio ácido-base, la transmisión nerviosa y la contracción muscular. Además, actúan como cofactores enzimáticos y forman parte de hormonas, vitaminas y pigmentos como la hemoglobina (Okano, 2002).

Ahora en el contexto del cigarrillo, aunque este no funciona como alimento, también contiene minerales los cuales pueden transferirse al organismo del fumador, como cadmio, plomo y otros metales pesados presentes en el tabaco pueden inhalarse durante el consumo. Estos elementos al no cumplir un rol nutricional representan un riesgo tóxico, interfiriendo con procesos biológicos fundamentales, ya que se depositan en órganos como pulmones, riñones o huesos, y pueden alterar funciones celulares y sistémicas similares a las que regulan los minerales esenciales. (WHO, 2010).

5.3. Metales pesados

El término de metales pesados describe un grupo de elementos metálicos presentes en la naturaleza y algunos productos que se consumen diario, ya sea que vienen en ellos o por ingesta, como el mercurio que se ha evidenciado en la comida de mar, esto debido a la contaminación de aguas por mercurio. Ciertos metales pesados, como el hierro, el zinc, el cobre y el manganeso, son esenciales para la supervivencia humana, pero pueden volverse tóxicos en concentraciones más altas. Otros metales pesados, como el arsénico, el cadmio, el plomo, el talio y el mercurio, no cumplen ninguna función biológica. Sin embargo, inevitablemente entran en el cuerpo humano debido a su presencia en el medio ambiente. Al igual que los metales esenciales, inducen toxicidad al alcanzar concentraciones específicas. (Richard M, Vikas Gupta 2024)

5.4. Espectroscopia de absorción atómica (AAS)

Es una técnica analítica que mide la concentración de elementos específicos en una muestra al detectar la cantidad de luz UV/visible que los átomos de ese elemento absorben, permitiendo la identificación y cuantificación de metales y otros elementos en diversas matrices como agua, alimentos o tejidos biológicos (Welz, 2008).

6. Materiales

Materiales		Reactivos
Crisol	Embudo	Ácido sulfúrico concentrado
Pinzas para crisol	Aluminio	Ácido nítrico concentrado
Espátula	Papel filtro	Nitrato de plomo
Beaker de 50 mL	Balón aforado de 25 mL	Nitrato de cadmio
Beaker de 100 mL	Balón aforado de 100 mL	Nitrato de níquel
Pipeta graduada de 1 mL	Frasco lavador	Ácido nítrico 1%
Pipeta graduada de 2 mL	12 tubos de ensayo	Agua regia
Pipeta graduada de 5 mL	Gradilla	Elementos
Pipeta graduada de 10 mL	Escobilla	Estufa
Pipeteador	Gotero	Desecador
Varilla de agitación	Guante para mufla	Plancha de calentamiento
Vidrio de reloj		Espectroscopia de absorción atómica

Tabla 1. Materiales y reactivos para laboratorio de determinación de cenizas, Cantor B., Ortiz, D., 2025.

7. Procedimientos

7.1. Muestra

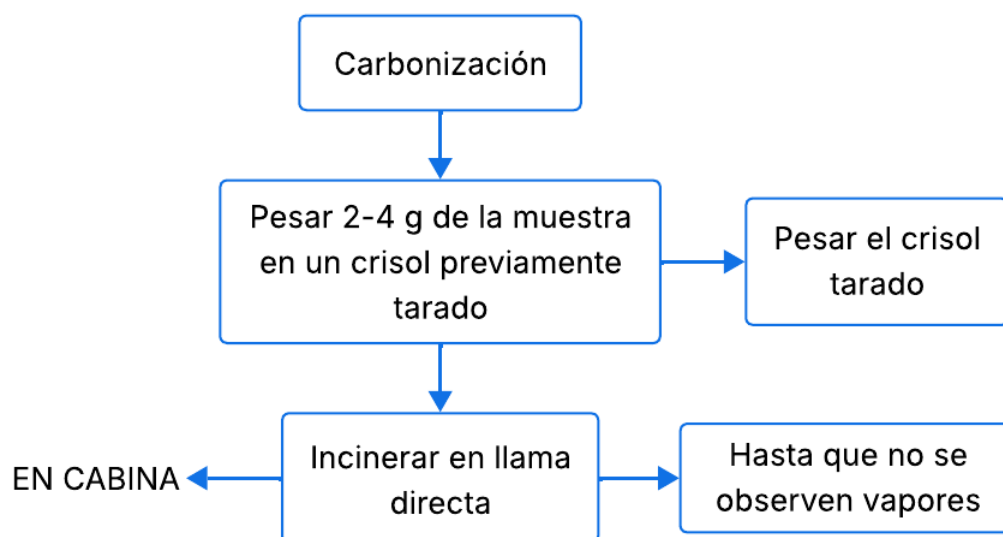


Figura 1. Carbonización para muestra de cigarrillo. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025.

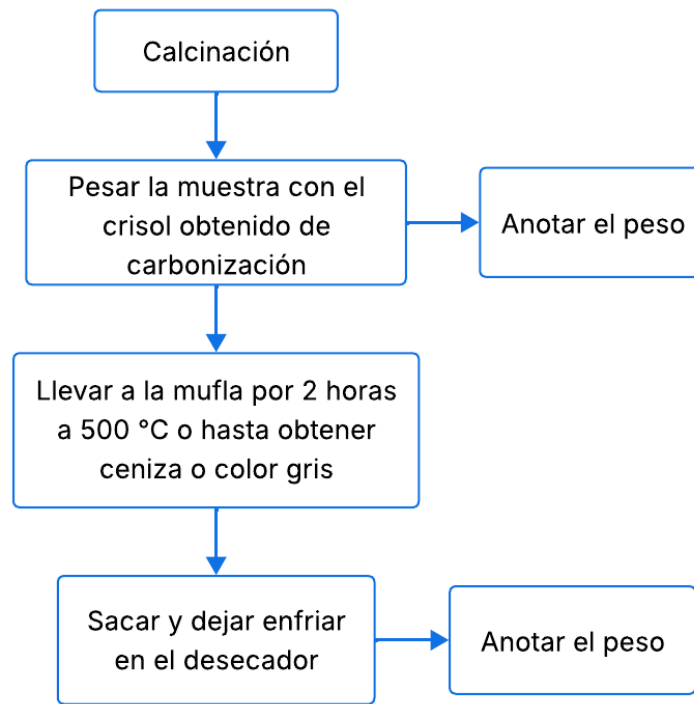


Figura 2. Calcificación para muestra de cigarrillo. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025.

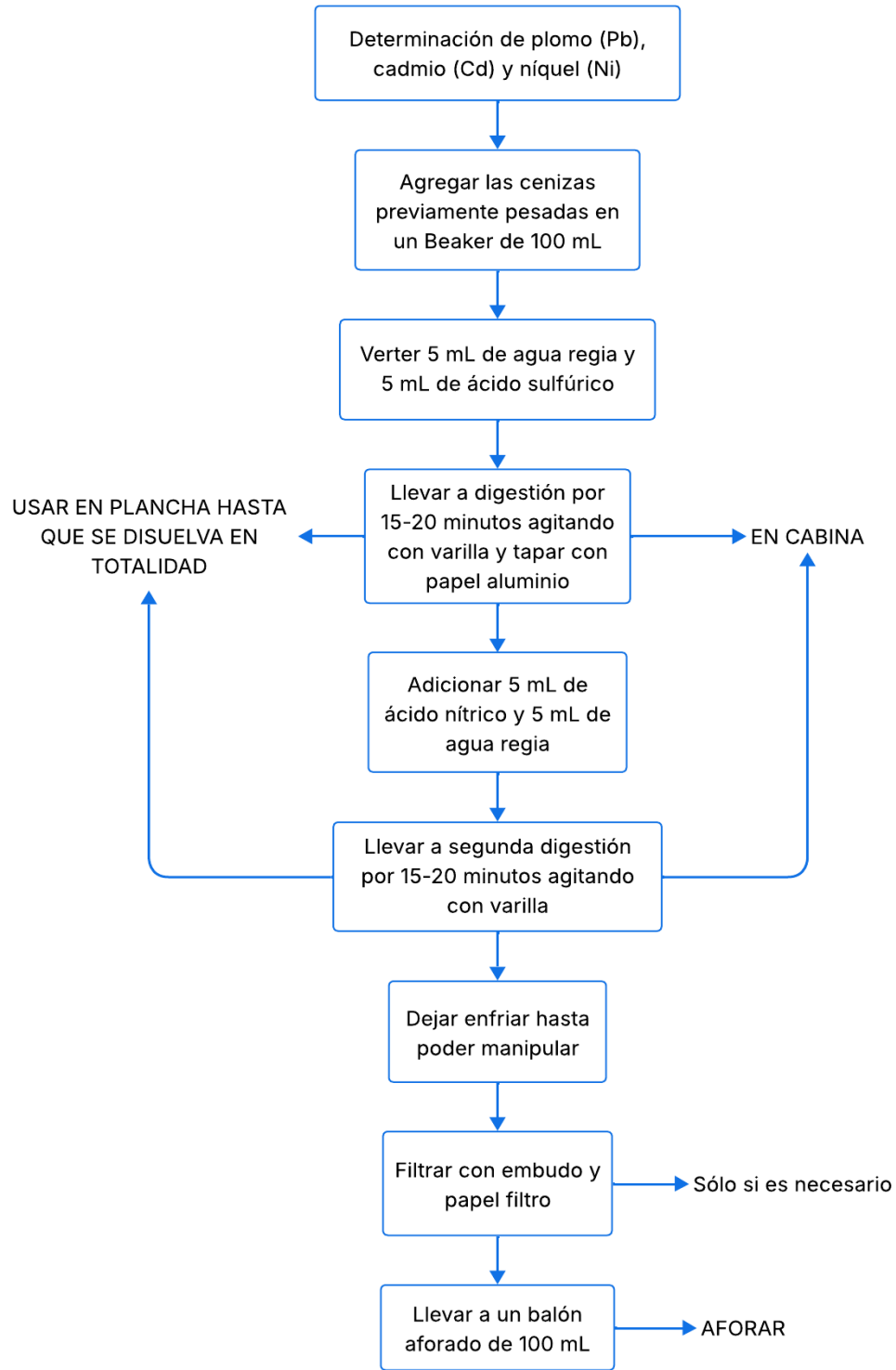


Figura 3. Determinación de metales pesados para muestra de cigarrillo. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025.

7.2. Preparación de tubo para lectura

- **Plomo (Pb)**

Tubo	Blanco	1	2	3	4	5	6	7
Patrón 100 ppm (mL)	0,00	0,25	0,50	1,25	2,50	5,00	10,00	-
Muestra (mL)	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Ácido nítrico 1 % (mL)	1	1	1	1	1	1	1	1
Aforar a (mL)	25	25	25	25	25	25	25	25

Nota: La longitud de onda para el plomo es de 217,0 nm

Tabla 2. Preparación de tubo para determinar plomo, Cantor B., Ortiz, D., 2025.

- **Cadmio (Cd)**

Tubo	Blanco	1	2	3	4	5	6	7
Patrón 100 ppm (mL)	0,00	0,20	0,50	1,00	2,00	5,00	10,00	-
Muestra (mL)	-	-	-	-	-	-	-	0,3
Ácido nítrico 1 % (mL)	1	1	1	1	1	1	1	1
Aforar a (mL)	25	25	25	25	25	25	25	25

Nota: La longitud de onda para el cadmio es de 228,8 nm

Tabla 3. Preparación de tubo para determinar cadmio, Cantor B., Ortiz, D., 2025.

- **Níquel (Ni)**

Tubo	Blanco	1	2	3	4	5	6
Patrón 100 ppm (mL)	0,00	0,25	0,50	1,25	2,50	5,00	-
Muestra (mL)	-	-	-	-	-	-	0,3
Ácido nítrico 1 % (mL)	1	1	1	1	1	1	1
Aforar a (mL)	25	25	25	25	25	25	25

Nota: La longitud de onda para el níquel es de 232,0 nm

Tabla 4. Preparación de tubo para determinar níquel, Cantor B., Ortiz, D., 2025.

8. Cálculos

Para determinar el porcentaje de ceniza en la muestra de cigarrillo, la fórmula es:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de la cápsula con cenizas} - \text{Peso de la cápsula vacía}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Referencias bibliográficas

- Fisher, R. M., & Gupta, V. (2024, febrero 27). *Heavy Metals*. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing. PMID: 32491738.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557806/>
- Okano, T. (2002). Necesidades nutricionales del metabolismo mineral. En: Morii, H., Nishizawa, Y., Massry, SG (eds.) *Calcio en Medicina Interna*. Springer, Londres. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0667-8_2
- Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. *EXS*, 101, 133–164.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22945569/>
- Welz, B., & Sperling, M. (2008). *Atomic Absorption Spectrometry*. Wiley-VCH.
<https://download.e-bookshelf.de/download/0000/6030/76/L-G-0000603076-0002364813.pdf>
- World Health Organization. (2010). *Exposure to cadmium: A major public health concern*. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-EPE-19-4-3>

Laboratorio #2 – Sustancias Orgánicas

Análisis cualitativo de sustancias orgánicas presentes en el humo del cigarrillo

1. Caso problema

El humo del cigarrillo contiene diferentes compuestos que pueden detectarse por sus cambios químicos visibles al reaccionar con ciertos reactivos; estas transformaciones se pueden explicar a partir de la estructura atómica de los elementos involucrados, la formación de enlaces y las propiedades periódicas que determinan la reactividad de las sustancias.

Con base a la problemática, surge la siguiente pregunta: ¿Qué evidencias experimentales permiten identificar sustancias presentes en el humo del cigarrillo, y cómo se relacionan sus enlaces químicos y propiedades periódicas con los efectos observados?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Identificar sustancias presentes en el humo del cigarrillo a través de pruebas cualitativas y relacionar los resultados con la teoría de enlace químico y las propiedades periódicas.

2.2. Objetivos específicos

- Observar y registrar las reacciones del humo del cigarrillo frente a reactivos que permiten detectar la presencia de ciertas sustancias.
- Explicar las reacciones observadas a partir de los modelos de enlace químico y la estructura de átomos participantes.
- Relacionar los resultados experimentales con la posición en la tabla periódica de los elementos involucrados y discutir sus implicaciones en la salud y el ambiente.

3. Hipótesis

3.1. El extracto del humo del cigarrillo produce precipitados característicos en las pruebas de Dragendorff y Mayer, confirmando la presencia de alcaloides.

3.2. Las reacciones observadas pueden explicarse mediante la teoría de enlace químico y la distribución electrónica de los átomos.

3.3. Los elementos presentes en las sustancias del humo (carbono, hidrógeno y nitrógeno) tienen propiedades periódicas que permiten comprender su reactividad y los efectos que genera en los organismos.

4. Temáticas

- Enlace químico: teorías y clasificación (enlaces covalentes, polares/no polares, fuerzas de atracción).
- Estructura y modelos atómicos (electrones de valencia, modelos atómicos que explican reactividad).
- Tabla y propiedades periódicas (rol de los elementos como C, H, N y su comportamiento químico).

5. Principio activo

El humo del cigarrillo contiene aproximadamente más de 7000 compuestos químicos, entre ellos se incluyen los alcaloides como la nicotina y mezclas de alquitrán (U.S. Department of Health and Human Services, 2010). Estas sustancias pueden identificarse mediante pruebas de química orgánica.

5.1. Detección de alcaloides (Nicotina)

La nicotina es un alcaloide presente principalmente en la planta de tabaco, cuya principal característica es su capacidad adictiva. Esta sustancia actúa como un estimulante del sistema nervioso central, provocando una dependencia en quienes la consumen, lo que incrementa el riesgo de desarrollar diversos problemas de salud, tales como enfermedades cardiovasculares y pulmonares (Hoffman & Soloway, 2008).

Los alcaloides como la nicotina son compuestos naturales ricos en nitrógeno que se encuentran en diversas plantas y pueden ser identificados por su estructura química característica (Zimring et al., 2012); una de sus detecciones puede ser de la siguiente manera:

- *Reactivo de Dragendorff (detección de alcaloides)*: Solución de subnitrito de bismuto y yoduro de potasio. El reactivo de Dragendorff es un detector, que al reaccionar con una muestra aparece un precipitado de color naranja.
- *Reactivo de Mayer (confirmación de alcaloides)*: Solución de yoduro de mercurio (II) y yoduro de potasio. El reactivo de Mayer es un detector de confirmación, que al reaccionar con una muestra aparece un precipitado de color blanco-crema.

Reactivo	Sustancia objetivo	Resultado positivo
Dragendorff	Alcaloides (nicotina)	Precipitado anaranjado
Mayer	Alcaloides (nicotina)	Precipitado blanco-crema

Tabla 1. Resultado positivo por prueba, tomado De Beer & Sherma, 1997; Harborne, 1998.

5.2. Detección de insaturaciones (alquitrán)

El alquitrán es una sustancia viscosa, oscura y de olor penetrante, obtenida principalmente a través de un proceso de destilación o combustión lenta de materiales orgánicos como madera o carbón (WHO, 2003). Este compuesto se usa de diversas maneras en la industria y en la medicina. En la industria se emplea como impermeabilizante, especialmente en la fabricación de asfalto, y como agente conservante en la preservación de la madera (Horton et al., 2014). En medicina, el alquitrán se usa tópicamente para tratar afecciones dérmicas, debido a sus propiedades antiinflamatorias y queratolíticas. Sin embargo, en la industria del tabaco es considerado una de las sustancias más peligrosas, ya que su inhalación está relacionada con numerosos riesgos para la salud, incluyendo el cáncer de pulmón (Hecht, 2012). El alquitrán es un compuesto complejo que contiene una mezcla de hidrocarburos aromáticos policíclicos, sustancias químicas que le confieren sus propiedades nocivas y cancerígenas. Su estructura química se caracteriza por la presencia de anillos bencénicos fusionados, lo que lo clasifica como compuesto aromático (IARC, 2010). Esta estructura otorga una alta estabilidad química, contribuyendo su utilidad en ciertas aplicaciones industriales como toxicidad en ambientes biológicos. En el laboratorio, su presencia se afirma de la siguiente manera:

- *Prueba de Baeyer con $KMnO_4$* : El humo del cigarrillo contiene muchas sustancias químicas llamadas compuestos insaturados (con enlaces dobles en su estructura). Para detectarlos, se usa permanganato de potasio ($KMnO_4$) que es de color violeta que al reaccionar con los enlaces dobles se forma un precipitado de color marrón.

5.3. Retención de partículas

Cuando el humo del cigarrillo pasa a través de un algodón colocado en una botella, el material se impregna de sustancias como nicotina, alquitrán y monóxido de carbono, este proceso simula de manera simple cómo los pulmones absorben partículas (WHO, 2015). El cambio visual que se observa es de un algodón blanco que se torna marrón, lo que evidencia la acumulación de contaminantes.

6. Materiales

Materiales		Reactivos
Muestra de cigarrillo	Papel aluminio	Etanol al 95 %
Mortero y pistilo	Tubos de ensayo	Etanol al 70 %
Vidrio de reloj	Gradilla	Reactivo de Dragendorff
Erlenmeyer 10 mL	Frasco lavador	Reactivo de Mayer
Espátula	Embudo	HCl diluido
Pipeteadores	Beaker de 25 mL	Permanganato de potasio al 1 %
Pipeta graduada 1 mL	Varilla de agitación	
Pipeta graduada 2 mL	Escobilla	
Pipeta graduada 5 mL	Botella de plástico de 1 L	
Pipeta graduada 10 mL	Algodón	
Goteros	Plastilina	
Papel filtro		

Tabla 2. Materiales y reactivos para laboratorio de sustancias orgánicas, Cantor B., Ortiz, D., 2025.

7. Procedimientos

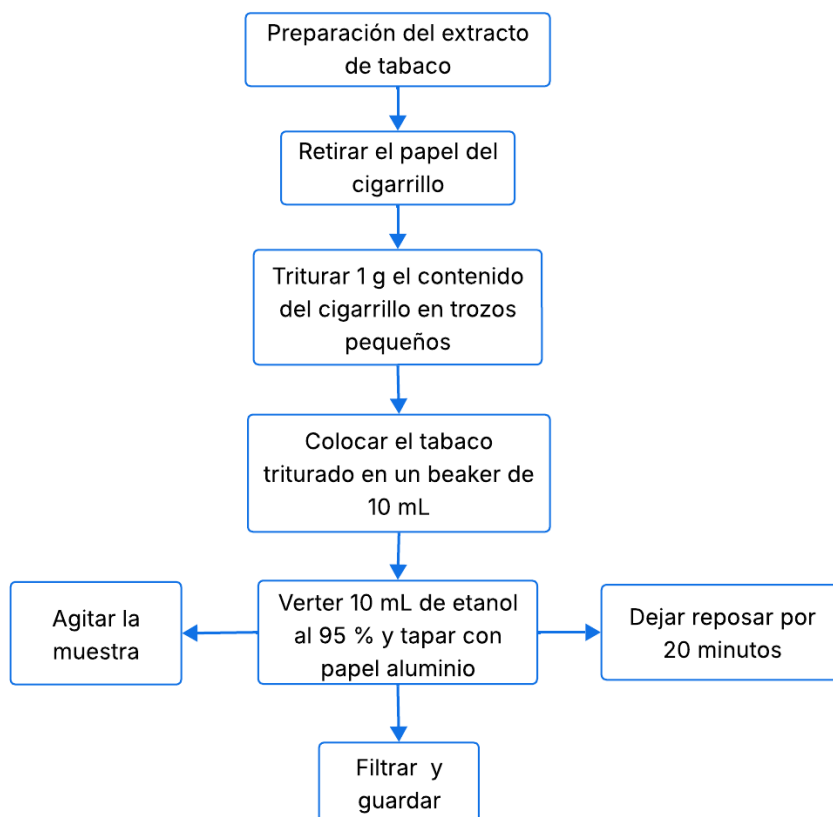


Figura 1. Preparación del extracto de cigarrillo. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025.

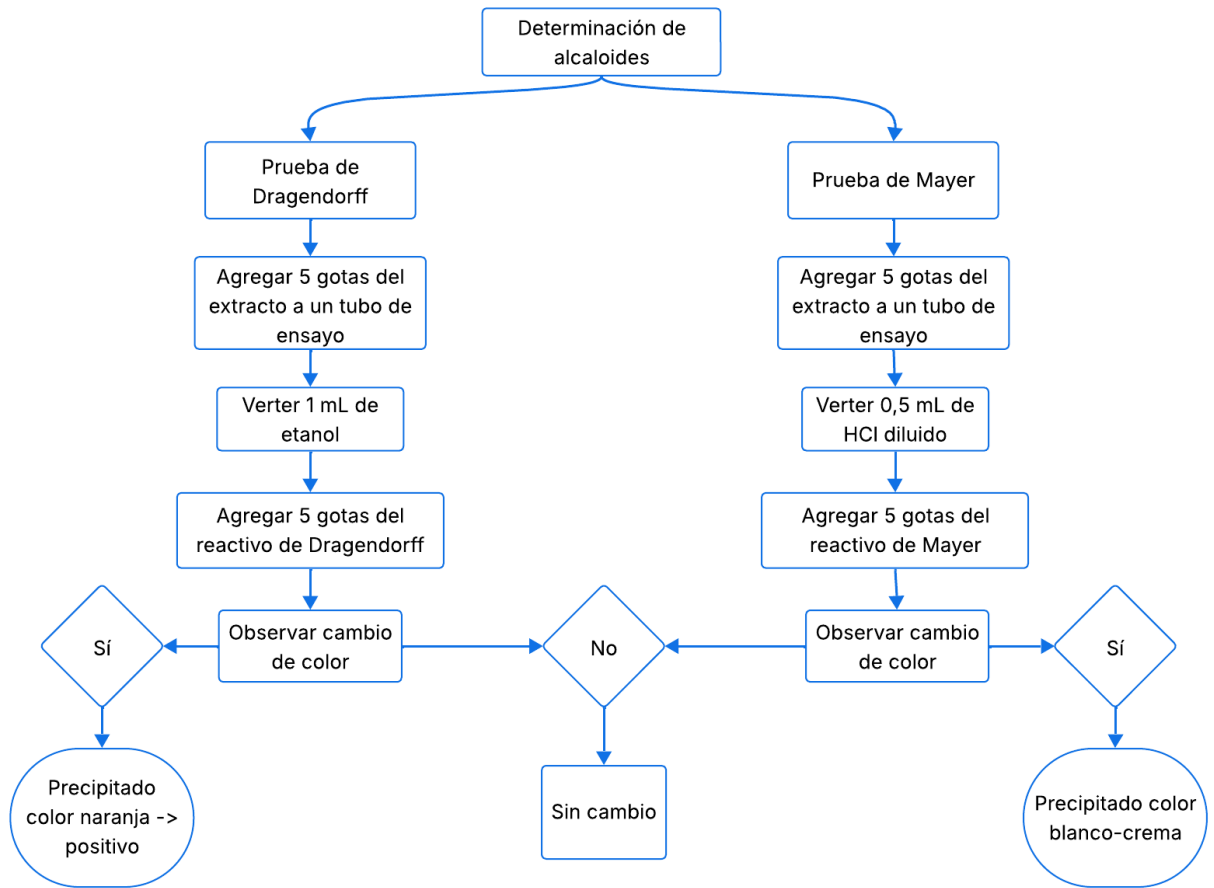


Figura 2. Determinación de alcaloides. Diagrama tomado de Coy, C.A., Parra, J., Cuca, L. E., 2014

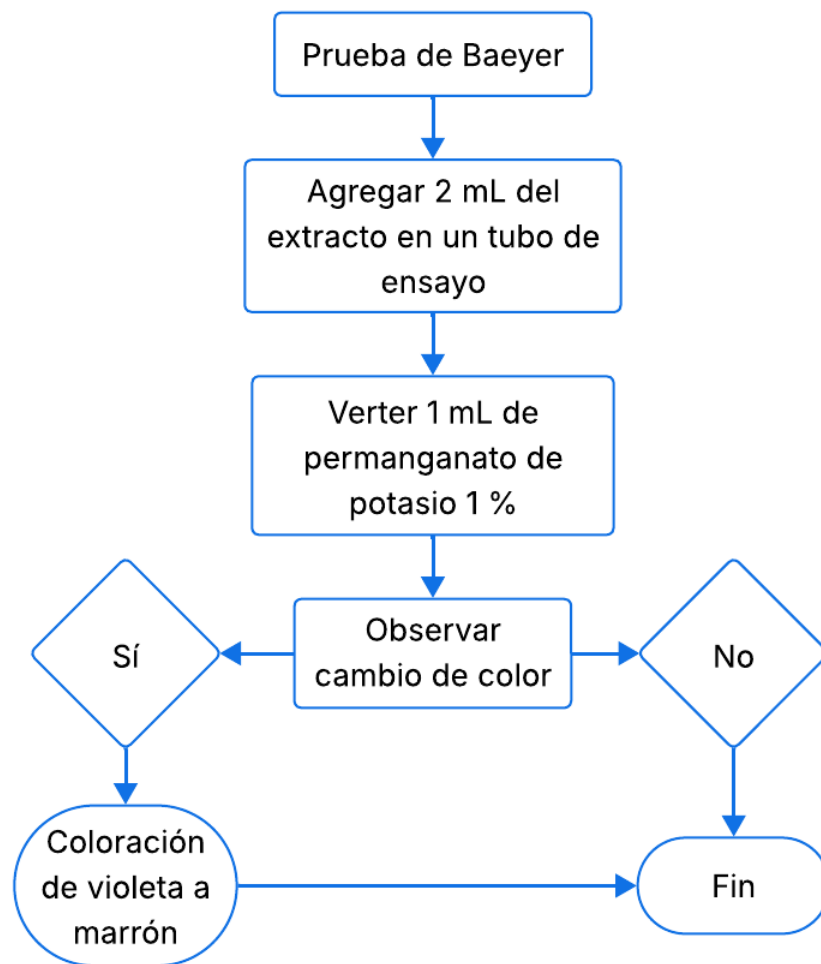


Figura 3. Prueba de Bayer. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025

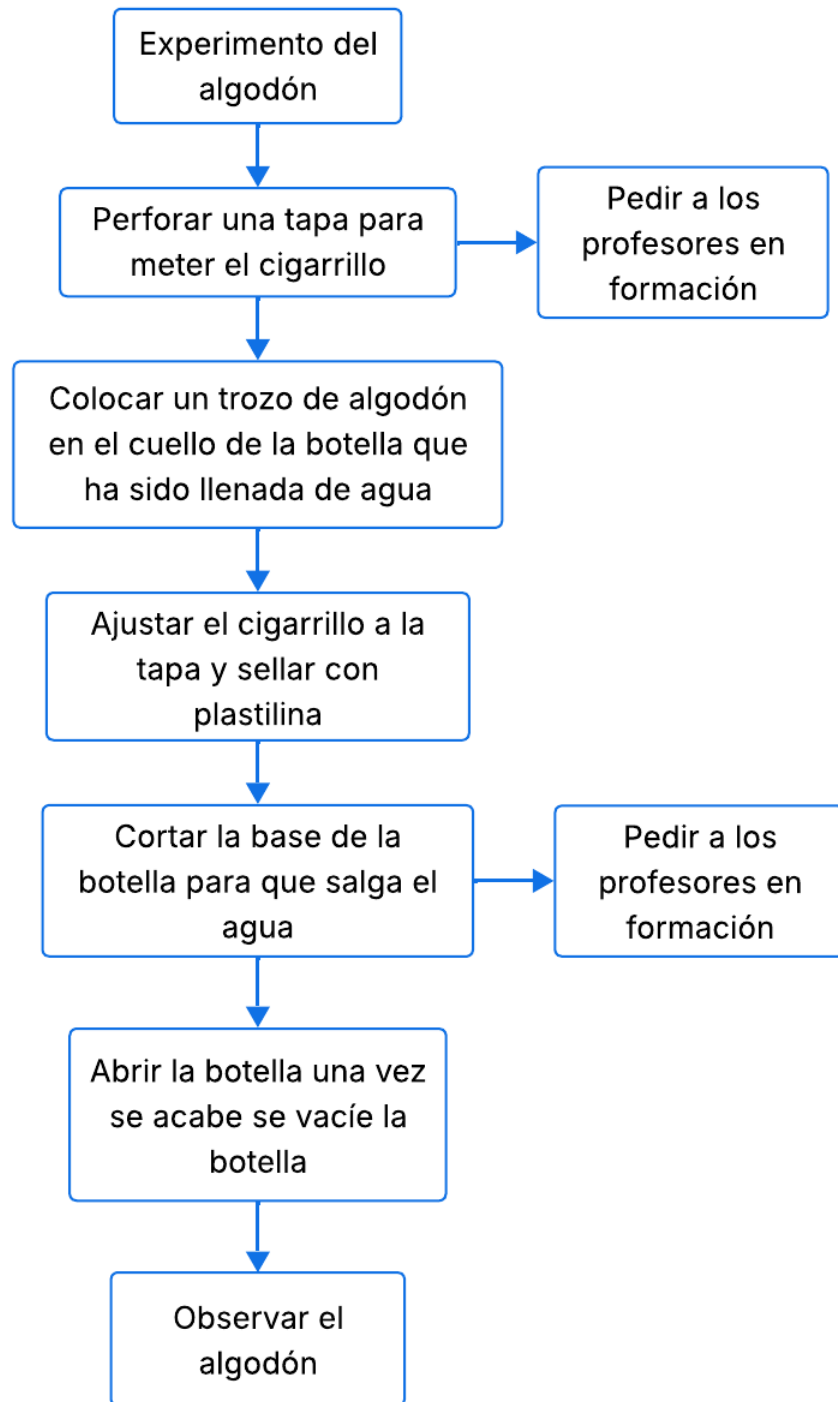


Figura 4. Experimento del algodón. Diagrama realizado por Cantor B., Ortiz, D., 2025

Referencias bibliográficas

- De Beer, D., & Sherma, J. (1997). *Handbook of Thin-Layer Chromatography*. CRC Press.
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Springer.
- Hecht, S. S. (2012). *Tobacco smoke carcinogens and lung cancer*. Journal of the National Cancer Institute, 104(24), 1801-1812.
- Hoffman, A., & Soloway, D. (2008). *Nicotine and tobacco: Their impact on the cardiovascular system*. Journal of Clinical Pharmacology, 48(6), 669-680.
- Horton, R. A., Davis, D. W., & Frank, C. R. (2014). *Use of tar-based products in road construction*. Environmental Science and Technology, 48(6), 1023-1030.
- IARC. (2010). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Volume 92*. International Agency for Research on Cancer.
- Scalzo, M., Tontodonati, M., & Alessi, A. (2019). *Topical tar treatment for psoriasis: A historical review and a practical guide*. Dermatology Research and Practice, 2019, 1-9.
- Shriner, R. L., Hermann, C. K. F., Morrill, T. C., Curtin, L. S., & Fuson, R. C. (2004). *The Systematic Identification of Organic Compounds*. John Wiley & Sons.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2010). *How Tobacco Smoke Causes Disease: The Biology and Behavioral Basis for Smoking-Attributable Disease*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, CDC.
- World Health Organization. (2003). *Health effects of exposure to asphalt fumes*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2015). *WHO report on the global tobacco epidemic, 2015*. Geneva: WHO.
- Zimring, M. T., et al. (2012). *Nicotine and its role in the pathophysiology of tobacco-related diseases*. Advances in Pharmacology, 63, 143-163.

Anexo 2. Contextualización para responder pregunta Mentimeter – sesión 1

El cigarrillo es un objeto cotidiano cargado de significados: algunos lo ven como símbolo de libertad, otros como una adicción costosa; hay quienes lo asocian con un instante de placer, y quienes lo relacionan con enfermedad y muerte. Lo cierto es que detrás de un poco de tabaco hay procesos químicos, tecnológicos y sociales que atraviesan fronteras, economías y decisiones políticas. No es casualidad que en muchos espacios se celebre el consumo, mientras en otros se prohíbe o restringe.

Debido a esto se pueden generar las siguientes preguntas: ¿hasta dónde llega la autonomía personal?, ¿qué responsabilidades colectivas se ponen en juego?, ¿qué lugar ocupa la educación cuando hablamos de un producto legal, pero con efectos tan cuestionados?

Hoy la invitación es a mirarlo desde distintos lentes, no para encontrar una respuesta única, sino para descubrir cómo los dilemas alrededor del cigarrillo pueden ayudarnos a pensar en la enseñanza de la química y nuestro papel como futuros docentes.

Anexo 3. Respuestas Padlet

Padlet

Brayan Cantor 9/22/2025

Del cigarrillo a la conciencia

¿Qué elementos químicos y reacciones crees que se esconden en un cigarrillo antes, durante y después de encenderlo?

SEBAS 9/23/25 2:33PM

Sebastian Ruiz

Elementos químicos que posee son aproximadamente 4500 y la mitad son dañinos para las personas y el medio ambiente como lo es: el plomo, arsénico, talio, cianuro, amoníaco y cadmio

♡ 0 🗳 0

HAPPY CHIPMUNK 9/23/25 2:33PM

Esteban Bernal

Un cigarrillo antes de encenderse tiene nicotina y aditivos; al prenderlo, la combustión libera monóxido de carbono, alquitrán y radicales libres y después quedan cenizas y toxinas que permanecen en el aire y en el cuerpo

♡ 0 🗳 0

HUMBLE HEDGEHOG 9/23/25 2:34PM

Mattyw

Durante la producción de la planta de tabaco se usan pesticidas y fertilizantes químicos, y al momento de procesarlo pueden haber elementos como arsénico, tolueno, o compuestos como fenol, amoníaco y alquitrán, y al momento de la reacción de combustión incompleta se genera monóxido de carbono

♡ 0 🗳 0

PASSIONATE TROUT 9/23/25 2:34PM

Carolina

Alquitrán, Arsénico, Cianuro, Tolueno, Talio, Amoníaco, nicotina

♡ 0 🗳 0

JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:34PM

Jonathan Orozco

El cigarro tiene Arsenico, Cianuro, Amoníaco y Tolueno, destacables entre demás elementos. Se presenta una combustión incompleta, generando monóxido de carbono.

♡ 0 🗳 0

CLEVER BISON 9/23/25 2:35PM

El video hablaba de 4500 quinientos químicos, perjudiciales y 70 de estos pueden producir cancer, aparte del 50 % del total, son perjudiciales para el medio ambiente

♡ 0 🗲 0

⇒ **PAULA VELASQUEZ** 9/23/25 2:36PM

Paula Velasquez

Un cigarrillo contiene nicotina, alquitrán, plomo, cianuro, el talio, el tolueno y el arsénico, a su vez el acetato de celulosa.

♡ 0 🗲 0

⇒ **SARAY ARÉVALO** 9/23/25 2:36PM

Nicotina - Tolueno - Amoniaco - Acetato de celulosa

♡ 0 🗲 0

⇒ **JULIANA** 9/23/25 2:37PM

El cigarrillo tienes más de 4500 componentes químicos y 70 de estos producen cancer
Los cuales son arsénico, cianuro, tolueno, talio, amoniaco y nicotina que es el le da sabor

♡ 0 🗲 0

⇒ **COURAGEOUS OWL** 9/23/25 2:37PM

Paola castro

Antes de prender el cigarrillo ya tiene nicotina, metales como plomo, cadmio y arsénico, además de aditivos y azúcares, cuando se enciende se forman compuestos como lo son el monóxido de carbono óxidos de nitrógeno, alquitrán, sianuro amoniaco tolueno que daña los pulmones. Después de fumar, la ceniza y la colilla siguen teniendo metales, nicotina y alquitrán, y el humo residual queda en el aire, la ropa y las superficies. También produce dietato de célula
4500-7000 componentes químicos

♡ 0 🗲 0

⇒ **MARÍA JOSÉ GOMEZ** 9/23/25 2:40PM

Cigarrillo contiene 4.500 químicos como lo son la nicotina el tolueno el amoniaco entre otras esto hace daño a nuestro cuerpo y al medio ambiente

♡ 0 🗲 0

⇒ **AFFECTIONATE CAT FISH** 9/23/25 2:40PM

Brandon morales

Hablaba de 4500 componentes el 50% tóxicos para el medio ambiente y el humano, 70 de estos son cancerígenos

♡ 0 🗲 0

⇒ RESPONSIBLEPUFFIN 9/23/25 2:45PM

Steeven Arias

De los 4500 componentes químicos 70% mencionaban generaban cáncer, al encenderlo una combustión incompleta y después en el cuerpo humano una breve liberación de dopamina.

♡ 0 🗳 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:50PM

Amoniaco - Tolueno - Acetato de celulosa - Nicotina

♡ 0 🗳 0

¿Qué huella ambiental imaginas que deja el cigarrillo desde su producción hasta la colilla arrojada al suelo?

⇒ HUMBLEHEDGEHOG 9/23/25 2:26PM

Mattyw Méndez

Puede dejar contaminación del aire y cambio climático por la producción de monóxido de carbono y las colillas toman tiempo en degradarse y libera sustancias como plomo, arsénico y cadmio, también dependiendo de la disposición que se le dé al residuo porque puede ser usado como fertilizante dándole una disposición adecuada. En cuanto a la producción de la planta de tabaco se contamina el suelo y el agua debido a la alta cantidad que requiere de nutrientes, utilizando también pesticidas y fertilizantes químicos contaminantes

♡ 0 🗳 0

⇒ STEEVEN 9/23/25 2:29PM

Steeven Arias

No solo la malversación de recursos hídricos y de papel sino también las consecuencias de un mal manejo de residuos como el botar las colillas en las fuentes hídricas o incluso en la calle ya que como se nos menciona en el material 1 sola colilla puede contaminar bastante el agua, el daño en los suelos que no pueden volver a ser fértiles, las palomas o peces que pueden consumir estas colillas pensando que son alimentos y que asimismo la cadena alimenticia empiece a tener un deterioro

♡ 0 🗳 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:34PM

Saray Arévalo

Deja un impacto ambiental muy grande ya una sola colilla contamina 10L de agua y esto nos afecta ya que los peces que consumimos están contaminados por las colilla de cigarrillo. Creandonos de esta manera enfermedades como el cáncer.

♡ 0 🗳 0

⇒ HAPPY CHIPMUNK 9/23/25 2:35PM

Esteban Bernal

El cigarrillo deja una huella ambiental enorme desde el cultivo del tabaco que consume agua, tierra y pesticidas, pasando por la industria que genera emisiones y residuos, hasta el humo que contamina el aire. Finalmente, la colilla arrojada al suelo libera microplásticos y químicos tóxicos que contaminan el agua y el suelo durante años

♡ 0 🗳 0

⇒ CLEVER BISON 9/23/25 2:37PM

Erosión de la tierra, pérdida de biodiversidad , eutrofización de ríos y lagos

♡ 0 🗲 0

⇒ JULIANA 9/23/25 2:39PM

El cigarrillo deja una huella ambiental inmensa ya que al tirar las colillas al suelo primero, contaminamos el medio ambiente Segundo del suelo se van para las alcantarillas, después a las lluvias y al mar causando q los peces mueran o enfermen 1 colilla contamina aproximadamente 10 L de agua

♡ 0 🗲 0

⇒ SHY TIGER 9/23/25 2:40PM

Paula Velasquez

Bueno principalmente, la huella ambiental del cigarrillo es significativa en nuestro entorno, ya que desde su producción esto implica una deforestación, uso de agua y químicos; el humo daña el aire con gases de efecto invernadero; y la colilla, hecha de microplásticos, contamina el suelo y el agua con nicotina y metales pesados, y esto nos afecta a todos ya que puede generar enfermedades como el alquitrán, debido a la basura global que se empieza a acumular en cada terreno

♡ 0 🗲 0

⇒ AFFECTIONATE CAT FISH 9/23/25 2:41PM

Brandon morales

Erosión de la tierra, pérdida de biodiversidad, y eutrofización de los ríos

♡ 0 🗲 0

⇒ PASSIONATE TROUT 9/23/25 2:42PM

Carolina

El Cigarrillo tiene grandes consecuencias , enfermedades respiratorias por el consumo directo o indirecto , el acetato de celulosa puede durar de 18 meses a 10 años en descomponerse , la población tiende a tirar las colillas al suelo contaminando el suelo y el agua, si tenemos en cuenta que tiene 70 químicos cancerígenos nos estaríamos contaminando sin tener previo conocimiento por medio de alimentos o el mismo agua.

♡ 0 🗲 0

⇒ COURAGEOUS OWL 9/23/25 2:42PM

Paola castro

El consumo de cigarrillo, impulsa al cultivo y el cultivo del tabaco es bastante contaminante, cuando se arrojan las colillas de cigarrillo cuando se botan, una sola puede contaminar de 10-20 litros de agua, como hay peces dentro del agua contaminada por ende ellos también se contaminan y nosotros consumimos peces

♡ 0 🗲 0

⇒ MARÍA JOSÉ GOMEZ 9/23/25 2:43PM

Como huella ambiental puede dañar la deforestación como también dejar residuos químicos y la colilla de cigarrillo se demora mucho en degradarse

♡ 0 🗲 0

⇒ SEBAS 9/23/25 2:45PM

Sebastian Ruiz

La contaminación de una colilla de cigarrillo es igual a contaminar entre 10 a 20 L de agua, también el cigarrillo que es arrojado a alcantarillas termina contaminando la flora marina y para ser más directo con los humanos, contaminan los peces que se pueden consumir.

♡ 0 🗳 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:48PM

La colilla del cigarrillo deja un gran impacto ambiental ya que con una colilla contaminan 10L de agua. Además de contaminar el agua también nos enferma a nosotros por medio de los peces.

♡ 0 🗳 0

⇒ JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:50PM

Jonathan Orozco

Contaminación directa al aire con gases
Erosión de la tierra, pérdida de biodiversidad y contaminación de agua.

♡ 0 🗳 0

¿Cómo abordarías el tema del cigarrillo en una clase de química sin caer en sermones, pero sin perder el sentido crítico?

⇒ HAPPY CHIPMUNK 9/23/25 2:36PM

Esteban Bernal

Yo lo abordaría mostrando el cigarrillo como un caso real de química aplicada explicar qué sustancias contiene, qué reacciones ocurren al encenderlo y qué productos químicos se generan. Luego, invitaría a los estudiantes a analizar datos científicos sobre su impacto en la salud y el ambiente, para que ellos mismos saquen conclusiones

♡ 0 🗳 0

⇒ STEEVEN 9/23/25 2:36PM

Steeven Arias

Podría iniciar mostrando los componentes del cigarrillo como se menciona en el recurso audiovisual como por ejemplo el Talio usado en la fabricación de veneno para ratas, que efectos tienen en el cuerpo humano y sus consecuencias en un par de años por medio de imágenes, no estaría diciendo si está bien o mal, solo mostrando sus efectos y quizá generar una conscientización

♡ 0 🗳 0

⇒ HUMBLE HEDGEHOG 9/23/25 2:36PM

Mattyw

Se puede abordar como se hace en el tercer video que se habla sobre los elementos y compuestos químicos tóxicos que contiene el cigarrillo, dando a su vez una charla sobre como se usan ese tipo de sustancias ya sean fertilizantes o cualquier tipo para la producción de tabaco y su combustión, y a su vez conscientizando al público sobre lo que está consumiendo más específicamente y como repercute en la salud

♡ 0 🗳 0

⇒ AFFECTIONATE CAT FISH 9/23/25 2:39PM

Brandon morales

Con algún ejercicio o actividad referida , la composición plástica de las colillas, ejemplificando , la utilidad por medio de la química

♡ 0 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:40PM

Podría abordarse mostrando cómo el cigarrillo es un ejemplo real de química en la vida cotidiana: contiene nicotina, amoníaco y tolueno, sustancias con estructuras químicas específicas que interactúan con nuestro organismo. Más que juzgar, la idea sería analizar qué reacciones químicas ocurren al encenderlo, cómo se forman compuestos tóxicos durante la combustión y por qué esos productos tienen efectos en los pulmones y la sangre.

♡ 0 0

⇒ AFFECTIONATE CAT FISH 9/23/25 2:41PM

Erosión de la tierra, pérdida de biodiversidad y eutrofización de ríos y lagos

♡ 0 0

⇒ JULIANA 9/23/25 2:41PM

Lo abordaría primero mostrando los componentes químicos que trae el cigarrillo, les muestro los componentes tóxicos que tiene y les hablo de las enfermedades que pueden causar ejemplo el cáncer

♡ 0 0

⇒ SHY TIGER 9/23/25 2:44PM

Paula Velasquez

Bueno en una clase de química yo abordaría este tema primero dando una contextualización general sobre el cigarrillo, luego de manera más profunda y específica empezaría a explicar cada uno de los elementos presentes en el como lo son, el Amoníaco, El Plomo, El Cianuro, El Talio, etc. A su vez recalcaría un poco sobre sus reacciones como la nicotina y la dopamina y establecería una charla en la que mis estudiantes participen y brinden opiniones libres sobre cuáles creen que serían las enfermedades y las consecuencias de consumir estas sustancias tanto a nosotros como a nuestro entorno, respetaría cada una de sus opiniones y luego les hablaría un poco sobre las causas reales.

♡ 0 0

⇒ PASSIONATE TROUT 9/23/25 2:44PM

Explicar los componentes químicos que tienen los cigarrillos especialmente los cancerígenos, por otro lado las consecuencias que causa el consumo adictivo de estos y por último el impacto que causa en el medio ambiente para que los estudiantes tengan conciencia y escojan si el consumo les aporta.

♡ 0 0

⇒ JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:44PM

Jonathan Orozco

Al mencionar directamente las afectaciones, es una buena manera de llegar al consumidor. Las consecuencias de fumar son fatales, y nadie quiere estar enfermo.

♡ 0 0

⇒ COURAGEOUS OWL 9/23/25 2:45PM

Paola castro

Yo lo abordaría mostrando los compuestos químicos del cigarrillo y comparándolo con sustancias que utilizamos en la vida diaria así se entendería con ejemplos conceptos como esos químicos entran al cuerpo

♡ 0 🗳 0

⇒ MARÍA JOSÉ GOMEZ 9/23/25 2:47PM

Este tema lo trataría de abordar primero hablándoles de que químicos tiene el cigarrillo y qué enfermedades podría causar esto y cómo reaccionan estos químicos en nuestro cuerpo

♡ 0 🗳 0

⇒ SEBAS 9/23/25 2:48PM

Sebastian Ruiz

Dando claridad de que es el tabaco, el cigarrillo y sus componentes.
Daría una semana para investigar cada una de las personas y formaría una mesa redonda para dar opiniones propias y al final poder ver puntos de vista variados.

♡ 0 🗳 0

¿La creación de los cigarrillos electrónicos son una solución para los fumadores o es una estrategia para atraer consumidores?

⇒ JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:38PM

Jonathan Orozco

Es una estrategia para atraer nuevos compradores, disfrazando el cigarrillo eléctrico como "menos nocivo" pero de igual forma trae elementos que no son buenos para la salud

♡ 0 🗳 0

⇒ HAPPY CHIPMUNK 9/23/25 2:38PM

Esteban Bernal

los cigarrillos electrónicos pueden ayudar a algunos fumadores a alejarse del tabaco, pero también han sido diseñados con sabores y estilos llamativos que atraen a nuevos consumidores, sobre todo jóvenes. En el fondo, no eliminan la adicción, solo la transforman

♡ 0 🗳 0

⇒ STEEVEN 9/23/25 2:38PM

Steeven Arias

Tal como el vape se dice que es para que los fumadores compulsivos dejen el cigarrillo paulatinamente, a priori debería ser un remedio para los fumadores.

♡ 0 🗳 0

⇒ HOPEFUL JELLYFISH 9/23/25 2:39PM

Mattyw

Es una estrategia para atraer nuevos vendedores, ya que lo único que vendría siendo diferente es su impacto o huella ambiental que deja ya sea al momento de la disposición del residuo o la contaminación que conlleva su combustión, porque

en cuenta a las afectaciones de la salud son las mismas o inclusive peores dependiendo del cigarrillo que se consuma

♡ 0 🗨 0

⇒ **SEBAS** 9/23/25 2:40PM

Sebastian Ruiz

Cómo ejemplo voy a usar las redes sociales, es bien sabido que las personas se guían más por lo llamativo que lo informativo, es el principio de confundir para vencer. Con los cigarrillos electrónicos, es darle una apariencia más llamativa a algo que sigue funcionando igual.

♡ 0 🗨 0

⇒ **AFFECTIONATE CAT FISH** 9/23/25 2:43PM

Brandon morales

Son una alternativa al consumo de tabaco, pero si producción depende también , de la implementación de materiales , contaminantes o que no sean biodegradables, siendo no la primera opción para manejar la problemática ambiental, fuera de la falta de conocimiento en los vaporizadores para la salud

♡ 0 🗨 0

⇒ **SARAY ARÉVALO** 9/23/25 2:43PM

Es una estrategia para atraer consumidores ya que los cigarrillos electrónicos afecta de la misma manera al ser humano, pero según el marketing es más seguro comprar cigarrillos electrónicos ya que dicen que son seguros y que no afectan el cuerpo pero en realidad los cigarrillos electrónicos tiene la misma dopamina que un cigarrillo normal

♡ 0 🗨 0

⇒ **JULIANA** 9/23/25 2:44PM

Es una estrategia ya que disfrazan el cigarrillo como el malo y los electrónicos que podrían ser el vaper menos dañino etc pero los dos son malos, los dos producen enfermedades tienen componentes tóxicos y los dos contienen nicotina que produce una estimulación neurológica llamada dopamina

♡ 1 🗨 0

⇒ **COURAGEOUS OWL** 9/23/25 2:47PM

Paola castro

Puede verse como una solución, algo menos nocivo y perjudicial para la salud pueden venderlo como algo más estético y bonito, sin embargo sigue manteniendo cosas nocivas para la salud y el medio ambiente así que es una estrategia

♡ 0 🗨 0

⇒ **SHY TIGER** 9/23/25 2:49PM

Paula Velasquez

Los cigarrillos electrónicos no son una solución para los fumadores, en realidad esto es una metodología que busca impulsar el consumismo, ya que mediante el marketing digital buscan promocionar este nuevo producto haciéndolo ver cómo algo menos dañino a nuestro cuerpo, y porque además con los diferentes sabores que crean hacen que se aumenten las compras, pero en realidad, esto contiene incluso mucha más nicotina que los cigarrillos tradicionales, por lo que en realidad no es ningún tipo de solución, simplemente quieren generar nuevas ganancias.

♡ 0 ◻ 0

⇒ **PASSIONATE TROUT** 9/23/25 2:49PM

Carolina

Es una estrategia ya que tienen una composición Química similar que genera dopamina causa adicción y también tiene consecuencias en las personas como enfermedades pero evita las colillas en el suelo que es una contaminación

♡ 0 ◻ 0

⇒ **MARÍA JOSÉ GOMEZ** 9/23/25 2:53PM

Yo creo que la creación de cigarrillos electrónicos hace que las personas empiecen a consumirlo más, y puede que empiecen a dejar el cigarrillo y empiecen a consumir esta nueva creación pero este también daña mucho nuestro organismo

♡ 0 ◻ 0

¿El consumo de cigarrillos responde más a una decisión personal o a la influencia de factores externos?

⇒ **SEBAS** 9/23/25 2:38PM

Sebastian Ruiz

Hay que dejar de ver las cosas por tabús, mejor en este caso se le puede llamar herramienta al cigarrillo porque para una persona puede ser de utilidad para liberar estrés, entrar en calor en un lugar con bajas temperaturas u otro uso que se le quiera dar. Mientras que por otro lado existen los que no ven la necesidad de emplearlo en la vida. Como ejemplo, el martillo se inventó para construir pero cada persona lo emplea de otra manera. Todo va en la voluntad de las personas

♡ 0 ◻ 0

⇒ **HAPPY CHIPMUNK** 9/23/25 2:39PM

Esteban Bernal

el consumo de cigarrillos mezcla ambas cosas, parece una decisión personal, pero detrás pesan mucho la publicidad, la presión social, la cultura familiar y hasta la disponibilidad del producto. En muchos casos, los factores externos abren la puerta y la persona termina creyendo que eligió sola

♡ 0 ◻ 0

⇒ **HOPEFUL JELLYFISH** 9/23/25 2:41PM

Mattyw

Yo creo que esto tiene que ver con los 2 factores, ya que independientemente de si la persona de cria en ese entorno o no, la última palabra en sí lo consume es propia de la persona, no obstante si entorno puede influir bastante en su decision en cuanto a su perspectiva de como ve el cigarrillo para la sociedad o la salud

♡ 0 ◻ 0

⇒ RESPONSIBLEPUFFIN 9/23/25 2:42PM

Steeven Arias

Una decisión personal, el echo de querer hacer parte de un grupo es algo que tú decides, el probarlo una vez y no quedarte ahí tu lo decides, así mismo el generar una dependencia está en uno mismo tal como el querés salir de la dependencia al tabaco.

♡ 0 🗨 0

⇒ JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:43PM

Jonathan Orozco

Ambas son situaciones que se pueden presentar, la influencia y la decisión personal. En mi caso respondí más por una decisión personal.

♡ 0 🗨 0

⇒ AFFECTIONATE CAT FISH 9/23/25 2:44PM

Brandon morales

Puede que la desición final esté en manos del consumidor, pero en referencia en su entorno, cualquier individuo se ve condicionado, por el mismo . Orillado la voluntad , del mismo, bajo estímulos persuasivos de publicidad , consumo generalizado, y factores sociales

♡ 0 🗨 0

⇒ JULIANA 9/23/25 2:46PM

Yo creo es la dos pero tú tomas tus propias decisiones, tú decides si quieres o no, pero también pude ser presión social digamos estás en grupo donde todos fuman y te inciden a fumar ya es tu desicion si quieres o no

♡ 0 🗨 0

⇒ SHYTIGER 9/23/25 2:53PM

Paula Velasquez

Bueno, yo considero que ambos factores tienen una influencia significativa, muchas veces juzgamos a aquellas personas que consumen diversas sustancias, pero nunca llegamos a razonar si en realidad está persona lo está haciendo por factores externos, como presión social, depresión, ansiedad, entre muchas otras, quizás muchas veces está es la única solución para evadir sus problemas y para sentirse mejor. Pero de igual manera también es su decisión seguir consumiendo eso, desde la primera vez que accedes a probarlo tu estás tomando una decisión, tu eres el que quiere hacerlo, por lo tanto con el tiempo tu debes asumir las diversas consecuencias.

♡ 0 🗨 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:54PM

Considero que el consumo de cigarrillo tiene que ver con factores externo, ya que muchas veces los amigos son lo que insistan a las personas a empezar a consumir cigarrillo

♡ 0 🗨 0

⇒ MARÍA JOSÉ GOMEZ 9/23/25 2:59PM

Yo creo que pueden ser las dos ya que por decisión personal puede que sea porque quiso experimentar y probar y ya por influencias externas también puede pasar ya que algunas veces quieren encajar en grupos

♡ 0 ◻ 0

Si tu cuerpo fuera una "fábrica química" ¿Qué compuestos del cigarrillo la harían dejar de funcionar?

⇒ PLAYFUL REINDEER 9/23/25 2:44PM

Esteban Bernal

Si mi cuerpo fuera una fábrica, el monóxido de carbono me dejaría sin aire, la nicotina jugaría con mis nervios como si moviera mis hilos, el alquitrán me iría tapando los caminos por donde circula la vida y los metales pesados corroerían mis piezas. Al final, la fábrica seguiría andando, pero cada vez más cansada y desgastada.

♡ 0 ◻ 0

⇒ AFFECTIONATE CAT FISH 9/23/25 2:45PM

Cianuro de hidrógeno, amoniaco, tolueno, butano, polonio-210, fenol

♡ 0 ◻ 0

⇒ HOPEFUL JELLYFISH 9/23/25 2:47PM

Mattyw

Mayormente el monóxido de carbono debido a que esto se adhiere a la hemoglobina cuando daño en el sistema inmunitario, por lo cual el combatir enfermedades tendrá más dificultades a la hora de combatir enfermedades, como lo pueden llegar ser el cáncer al no poder eliminar la multiplicación de estas células cancerosas

♡ 0 ◻ 0

⇒ JONATHAN OROZCO 9/23/25 2:47PM

Jonathan Orozco

Sin dudar la nicotina, que pese a que me haría daño "producir" el producto, querría fabricar más, agravando las consecuencias.

♡ 0 ◻ 0

⇒ ADVENTUROUS ANTELOPE 9/23/25 2:48PM

Brandon morales

Cianuro de hidrógeno, amoniaco, tolueno, butano, polonio 210, fenol

♡ 0 ◻ 0

⇒ JULIANA 9/23/25 2:51PM

Sin duda el cianuro ya que es un veneno muy conocido que causa la muerte

♡ 0 ◻ 0

⇒ SEBAS 9/23/25 2:51PM

Sebastian Ruiz

El talio, amoniaco, cianuro y pesticidas en un rango alto y también estaría el plomo y arsénico.

♡ 0 ◻ 0

⇒ SARAY ARÉVALO 9/23/25 2:56PM

Monóxido de Carbo, Tolueno, Acetona de celulosa, Amoniaco, Nicotina

♡ 0 0

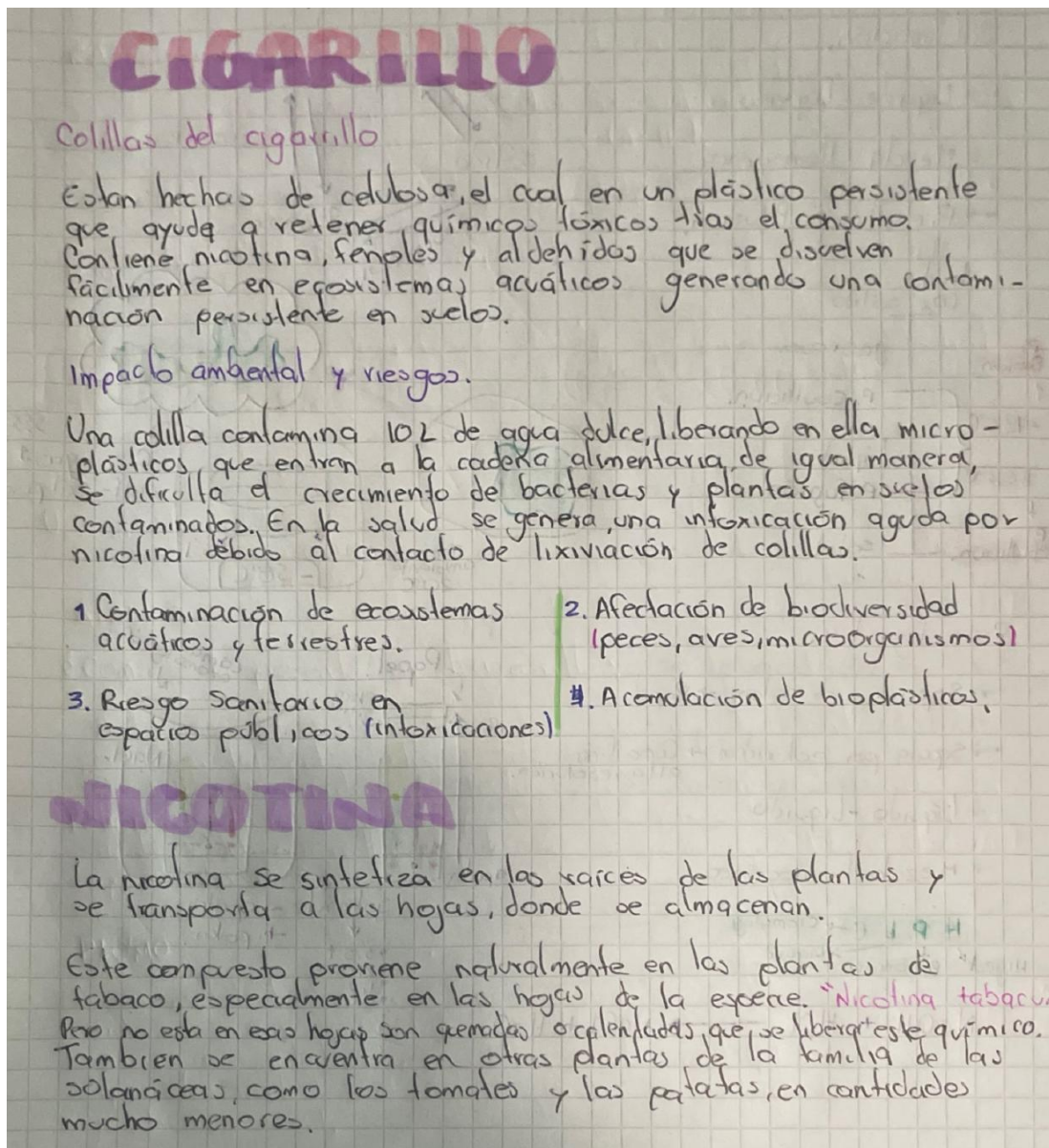
⇒ PAULA VELASQUEZ 9/23/25 2:57PM

Paula Velasquez

Si mi cuerpo fuera una fábrica química los compuestos que provocarían que mi cuerpo dejará de funcionar son principalmente: el monóxido de carbono, ya que este impide el transporte de oxígeno; la nicotina, porque aumenta la presión arterial y el ritmo cardíaco; y los agentes cancerígenos como el arsénico, que causan enfermedades y cáncer.

♡ 0 0

Anexo 4. Apuntes de estudiantes

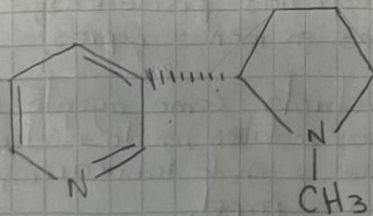


Daños del cuerpo

- Causa una adicción intensa y tiene efectos sobre las funciones cerebrales
- Efectos cardiovasculares y pueden llegar a generar trombosis
- Afección gastrointestinal, musculoesquelética y toxicidad aguda.

CARACTERÍSTICAS

- Este mundo es el encargado de generar adicción a quienes llegan a él, haciendo que se libere gran cantidad de dopamina
- También de este mundo se obtienen insecticidas para el control de plagas
- En este mundo no flote, pues se disolvería en el agua, además tiene un sabor amargo
- Este mundo es pequeño, pues si llegase a ser grande, se comporta como un fuerte veneno.

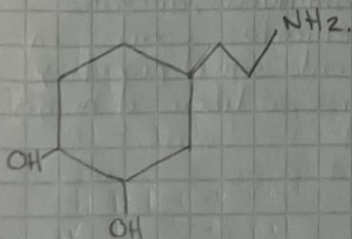


← Nicotina.

Una vez inhalada, es cuestión de segundos para que sea absorbida en el torrente sanguíneo, donde viaja directamente al cerebro. De allí se vincula a receptores específicos y desencadena la liberación de dopamina.

Es adictiva y es conocida por sus efectos farmacológicos. Incluye efectos el aumento en la frecuencia cardíaca. C10H14N₂

162,23



← Dopamina.

Es un neurotransmisor que nos ofrece una sensación placentera como recompensa de que hemos hecho.

No siempre se activa en nuestro cerebro cuando este trabajo es recompensa práctica.

C10H14N₂

METALES PESADOS.

ARSENICO

Metaloides → Comparte características de metal y no metal.
También está clasificado dentro de los metales pesados tóxicos por su alta densidad y efectos dañinos en organismos vivos.

Rey de venenos → Se encuentra en diferentes compuestos, pero dos de los más tóxicos son el trióxido de arsénico (As_2O_3) y una sal que es la más tóxica denominada arsenica (AsH_3).

• Se acumula en el cabello, uñas, piel, hígado y pulmones.

Daños →

- Sistema respiratorio: Inhalado con el humo de tabaco, se deposita en los pulmones, aumentando el riesgo de cáncer de pulmón y EPOC.
- Cardiovascular: Favorece la hipertensión, daño endotelial y aumenta el riesgo de infarto y accidentes cerebrovasculares.
- Sistema nervioso: Produce neuropatías periféricas, entumecimiento, debilidad, hormigueo en manos y pies.

Uso industrial → Tiene diversos usos industriales, como agente de aleación en plomo y otros metales, en la electrónica para fabricar semiconductores y en la fabricación de pigmentos para textiles y papel.

¿Cómo está presente en el cigarrillo?

A través del cultivo del tabaco, ya que la planta absorbe este metal del suelo y del agua contaminados, además de los plaguicidas y fertilizantes arsenicales usados en la agricultura. También puede estar presente en el papel y aditivos del cigarrillo, por lo que al quemarse, se libera el humo que finalmente inhala el consumidor.

PLOMO

Es un metal tóxico cuyo uso generalizado ha causado contaminación ambiental y problemas de salud. Sustancia tóxica acumulativa que afecta a los múltiples sistemas corporales, incluidos, el cardiovascular, neurológico, hematológico, digestivo y renal.

Regulación → Las fuentes más frecuentes de exposición al plomo han sido las pinturas antiguas, el agua transportada por tubería de plomo y la contaminación ambiental por combustibles que lo contenían.

Plomo en el cigarrillo → El plomo-210, un isótopo radiactivo, está presente en el tabaco porque las plantas lo absorben del suelo. Se acumula en hojas y pasa a los productos de tabaco. Aunque su radiactividad es menor que la del polonio-210 también contribuye a la radiación total del tabaco. El plomo se puede acumular en los pulmones.

CROMO

Es de color blanco plateado, duro y quebradizo, es relativamente suave y dúctil cuando no está tensionado o cuando está muy puro. Sus usos son la producción de aleaciones anticorrosivas, de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados. El cromo elemental no se encuentra en la naturaleza. Su mineral más importante es la cromita.

Características → El cromo trivalente (Cr^{3+}) es esencial en pequeñas cantidades para algunos organismos, pero en exceso resulta dañino para plantas y animales, el cromo hexavalente (Cr^{6+}) es altamente tóxico y cancerígeno. Contamina el agua daña la flora acuática, reduce la fertilidad del suelo y puede acumularse en la cadena alimentaria.

NIQUEL

Metalico, blanco plateado y dúctil, usado en la fabricación de acero inoxidable, baterías de litio y recubrimientos protectores.

USO → Es muy utilizado en la fabricación de aceros inoxidables, monedas, baterías recargables, recubrimientos metálicos y catalizadores químicos. Resistencia a la corrosión.

Toxicidad → Puede causar alergias en la piel, problemas respiratorios y efectos cancerígenos cuando se inhala en forma de compuesto. Cáncer de pulmón y nasal.

Presencia en el cigarrillo.

Llega a las hojas de tabaco principalmente a través del suelo y fertilizantes contaminados, ya que las plantas absorben este metal por sus raíces. También proviene del uso de pesticidas y del agua de riego. Se acumula en la hoja, pasa al humo del cigarrillo durante la combustión donde el fumador lo inhala.

CADMIO

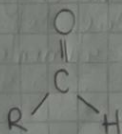
Presenta propiedades químicas intermedias entre las del zinc metálico en soluciones ácidas de sulfato. Se trata de una sustancia bastante tóxica y divalente en todos sus compuestos estables y su ion (Cd^{2+}) en solución.

¿Cómo llega al cigarrillo?

Se incorpora en el tabaco porque la planta lo absorbe del suelo y del agua donde se cultiva, especialmente en terrenos contaminados por fertilizantes fosforados y desechos industriales. Las hojas se secan y se procesan para elaborar cigarrillos. Permanece en ellas y al quemarse, pasa al humo que se inhala.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

ALDEHÍDOS



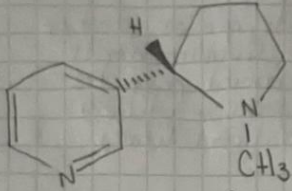
Son compuestos extremadamente irritantes, provocados los daños de vías respiratorias llegando a los pulmones.

FENOLES



Compuesto que comprometen las membranas celulares, generando aumento de daño oxidativo en tejidos.

ALCALOIDES



La nicotina es un alcaloide que causa adicción, lo cual genera el querer fumar más y más, aumentando la presión en la sangre y acelera el corazón.

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS.

Se forma cuando el cigarrillo se quema, generando un compuesto que es altamente cancerígeno.

DAÑOS → Genera enfermedades cardiovasculares (hipertensión e infartos), patologías respiratorias crónicas (bronquitis).
Diversos tipos de cáncer (pulmón, boca, laringe y boca).
Alteraciones en el ADN y procesos inflamatorios.

HUMO

COMPUESTOS CARCINÓGENOS.

Alquitran → Daño el núcleo celular y favorece tumores

Cloruro de vinilo → Se genera al quemar plásticos; afecta hígado y pulmones.

Polonio → Elemento radioactivo muy peligroso que daña los tejidos pulmones.

Formaldehído → irrita ojos y vías respiratorias; aumenta riesgo de cáncer.

Benzo(a)pireno → Producto de la combustión del tabaco que altera el ADN y causa mutaciones.

GASES VENENOSOS

MONOXIDO DE CARBONO

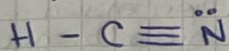
Es un gas incoloro, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de combustibles, como la gasolina, el gas, la leña y hasta en la quema de un cigarrillo.

AMONIACO

Gas incoloro con un olor fuerte y penetrante, que se produce de forma natural y también industrialmente. Químicamente compuesto de Nitrógeno e Hidrógeno, es esencial para las plantas y animales como fuente de nitrógeno. Se utiliza en productos de limpieza, fertilizantes, plásticos, fibras sintéticas y explosivos.

CIANURO

Sustancia química que se combina con otras sustancias químicas para crear compuestos. Puede encontrarse de tres formas: líquida, gas incoloro o como cristal. La mayoría de los compuestos de cianuro son venenos mortales.



$$\begin{aligned} C_{10}H_{14}N_2 &= C = 12,01 \times 10 = 120,1 \\ &H = 1,00 \times 14 = 14,00 \\ &N = 14,00 \times 2 = 28,00 \\ &\hline &162,1 \end{aligned}$$

