

**REVISIÓN DE LITERATURA. EFICACIA, TOXICIDAD Y ALTERACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DENTAL POR LOS ACLARAMIENTOS DENTALES SEGÚN SU
pH**

**BURBANO MORA JOSE DAVID
OSPINA JIMENEZ TAMARA ALEJANDRA
CORREA JUAN PABLO**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE SALUD
PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI, VALLE DEL CAUCA
2025**

**REVISIÓN DE LITERATURA. EFICACIA, TOXICIDAD Y ALTERACIÓN DE LA
ESTRUCTURA DENTAL POR LOS ACLARAMIENTOS DENTALES SEGÚN SU
pH**

**BURBANO MORA JOSE DAVID
OSPINA JIMENEZ TAMARA ALEJANDRA
CORREA JUAN PABLO**

**ASESOR METODOLÓGICO
WILMER FABIÁN SEPÚLVEDA NAVARRO**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE SALUD
PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI, VALLE DEL CAUCA**

2025

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.1. Planteamiento del Problema	7
1.2. Pregunta Problema	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo General	12
3.2. Objetivos Específicos.....	12
4. MARCOS DE REFERENCIA.....	13
4.1. Marco Teórico	13
4.1.1. Aclaramiento Dental	13
4.1.2. Factores que Afectan el Aclaramiento Dental	13
4.1.3. Eficacia de un Aclaramiento Alcalino Vs. un Aclaramiento Ácido	14
4.1.4. Toxicidad de un Aclaramiento Alcalino Vs. Un Aclaramiento Ácido	16
4.1.5. Eficacia de los Agentes de Aclaramiento según su pH	17
4.1.6. Toxicidad Pulpar Asociada al pH de los Agentes de Aclaramiento	18
4.1.7. Alteraciones en el Esmalte Relacionadas con el pH de los Agentes de Aclaramiento	18
4.2. Marco Conceptual.....	19
4.3. Marco Contextual.....	20
4.4. Marco Ético-Legal	20
5. METODOLOGÍA	23
5.1. Diseño de Estudio.....	23
5.2. Tipo y Enfoque del Estudio	23

5.3. Estrategia de Búsqueda.....	23
5.4. Criterios de Inclusión y Exclusión.....	24
5.5. Fases de la Investigación.....	25
5.7. Instrumento para Búsqueda de Información.....	25
5.8. Variables	26
5.9. Consideraciones Éticas.....	26
6. RESULTADOS	28
7. DISCUSIÓN	45
8. CONCLUSIONES	53
REFERENCIAS	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables de la revisión de literatura	26
Tabla 2. Artículos seleccionados para la revisión de literatura	30

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flujograma PRISMA - Revisión Literatura	29

INTRODUCCIÓN

El aclaramiento dental es un procedimiento que se utiliza para eliminar manchas o decoloraciones y mejorar la estética de los dientes. El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia, y puede desempeñar un papel importante en el aclaramiento dental (1).

Los productos de aclaramiento dental suelen contener agentes químicos como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o el peróxido de carbamida ($CH_4N_2O_3$). Estos agentes suelen tener un pH ligeramente ácido, el peróxido de hidrógeno a concentraciones comprendidos entre el 6 – 35% y el peróxido de carbamida al 6 – 45%, lo que los hace efectivos para eliminar manchas en la superficie de los dientes (1).

A pesar de tener un pH ácido, los agentes químicos se utilizan de manera controlada y se aplican en concentraciones seguras para minimizar el riesgo de dañar el esmalte dental. El esmalte dental es la capa más externa de los dientes y es esencial para su protección (2). Un pH muy bajo o una exposición prolongada a sustancias ácidas pueden debilitar el esmalte, por lo que es importante seguir las instrucciones del odontólogo o del producto de aclaramiento que se va a utilizar (2).

La aplicación de agentes aclarantes ha generado inquietudes sobre la eficacia de los diferentes productos disponibles en el mercado, así como sobre su impacto en la salud de los tejidos dentales. En particular, el pH de los agentes aclaradores se ha identificado como un factor determinante en la alteración estructural del esmalte y la dentina, así como en la posible toxicidad que estos procedimientos pueden generar a nivel biológico (3).

A través de una revisión de la literatura, se recopilaron y analizaron estudios previos que permitieron establecer conclusiones fundamentadas sobre los efectos del pH en la eficacia del aclaramiento dental y en la salud de los tejidos dentales.

Los hallazgos de la revisión de literatura tendrán un impacto significativo en la práctica odontológica. Los resultados obtenidos podrán orientar a los profesionales en la selección de productos y protocolos más seguros y eficaces, minimizando los riesgos asociados a la alteración estructural del esmalte y la dentina.

Asimismo, los pacientes se verán beneficiados al contar con tratamientos más seguros y efectivos, reduciendo la posibilidad de efectos adversos a largo plazo. En términos académicos y científicos, este estudio servirá como referencia para futuras exploraciones sobre la biocompatibilidad y seguridad de los procedimientos de aclaramiento dental.

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El uso de agentes de aclaramiento ha sido ampliamente estudiado y se ha demostrado que su pH debe basarse en una evaluación cuidadosa de la situación clínica individual. No todos los pacientes responderán de la misma manera a los productos de aclaramiento con diferentes niveles de pH. Un pH más bajo a menudo actúa más rápido en términos de aclaramiento del color de los dientes. Esto puede ser beneficioso para aquellos que desean resultados rápidos (3).

Un pH más alto puede ser menos agresivo y requerir un tratamiento más prolongado para lograr resultados similares (4). Esto puede ser preferible para personas con dientes sensibles. Un pH extremadamente bajo o alto puede ser perjudicial para los tejidos orales circundantes, como las encías y la mucosa bucal. Por lo tanto, es importante equilibrar la efectividad del aclaramiento con la seguridad del paciente (3).

El aclaramiento dental se ha consolidado como una de las intervenciones cosméticas más solicitadas en odontología contemporánea. Sin embargo, la diversidad de agentes de aclaramiento disponibles, especialmente en términos de su pH, ha suscitado inquietudes respecto a su eficacia y posibles efectos adversos en los tejidos dentales.

Específicamente, se ha observado que agentes con pH ácido pueden inducir la destrucción o pérdida del esmalte, aumentando su porosidad y predisponiéndolo a una mayor susceptibilidad a caries y sensibilidad dental (5). Además, la toxicidad potencial de estos agentes sobre la pulpa dental y los tejidos periodontales es motivo de preocupación en la comunidad odontológica. Esta problemática es especialmente relevante en el ámbito académico, donde la formación de futuros odontólogos debe basarse en evidencia científica sólida que garantice la seguridad y eficacia de los tratamientos ofrecidos.

Diversos estudios en la última década han abordado estas inquietudes. Por ejemplo, Rodrigues de Freitas et al. (2021), revisaron la efectividad y los efectos adversos de los productos de aclaramiento de venta libre (OTC) sobre los tejidos dentales, concluyeron que los dentífricos de aclaramiento no producen un efecto de aclaramiento real, sino que se limitan a la eliminación de manchas extrínsecas y su uso debe ser evaluado y recomendado de manera individual y personal por un odontólogo (6).

Asimismo, Pecho et al. (2019), evaluaron la influencia de un gel de peróxido de hidrógeno al 35% sobre los cambios de color y blancura de los composites a base de resina, concluyendo que se debe advertir a los pacientes que las restauraciones de composite existentes pueden no coincidir con el color natural del diente después del aclaramiento y que puede ser necesario reemplazar las restauraciones (7).

Por otro lado, Jin et al. (2024), examinaron el proceso de aclaramiento dental interno, centrándose en sus beneficios para quienes padecen decoloración de los dientes, encontrando que la decoloración de los dientes puede ser causada por factores extrínsecos como la comida y el tabaquismo o factores intrínsecos durante el desarrollo de los dientes y que el aclaramiento dental interno es un método conservador que mejora la apariencia de los dientes no vitales sin sacrificar la estructura dental, utilizando para el procedimiento principalmente peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida (8).

Estos antecedentes subrayan la necesidad de realizar estudios adicionales que profundicen en la relación entre el pH de los agentes de aclaramiento y su impacto en la estructura y salud de los tejidos dentales, por lo que resulta fundamental realizar una revisión de la literatura que permita sintetizar la información existente sobre el tema.

Con ello, se pretende generar conocimiento que pueda contribuir a mejorar la seguridad de los tratamientos estéticos dentales y optimizar las recomendaciones clínicas para su uso.

1.2. Pregunta Problema

¿Cómo influye el pH de los agentes de aclaramiento dental en su eficacia, toxicidad y en la alteración de la estructura dental según la evidencia científica disponible?

2. JUSTIFICACIÓN

El aclaramiento dental se ha convertido en un procedimiento altamente solicitado en odontología estética, con pacientes cada vez más interesados en mejorar la apariencia de su sonrisa de manera rápida y efectiva. Dentro de las múltiples opciones de productos disponibles, los agentes de aclaramiento con pH ácido han ganado popularidad debido a su capacidad para acelerar el proceso de aclaramiento. Sin embargo, este tipo de productos presenta desafíos en términos de seguridad para la estructura dental y los tejidos orales (9).

El uso de productos con pH ácido puede tener efectos adversos sobre la salud bucal, tales como la reducción del esmalte, aumento de la sensibilidad dental, y daños en los tejidos blandos, lo cual plantea interrogantes sobre su toxicidad y sobre si los beneficios en términos de aclaramiento justifican los posibles riesgos (2). Existen estudios que exploran la eficacia en el aclaramiento dental y los efectos biológicos de agentes de aclaramiento experimentales, derivados de jugos de frutas, que mostraron estabilidad física y capacidad de aclaramiento dental, que indujeron mejores tasas de viabilidad y apoptosis, con menor peroxidación lipídica y mayor defensa antioxidante, en comparación con los productos químicos (2). Este estudio es pertinente, porque ofrece información que abre nuevas posibilidades para el uso de productos naturales en tratamientos de aclaramiento dental que pueden asegurar resultados estéticos significativos y menores efectos secundarios.

Al realizar esta revisión de literatura, se proporciona un panorama detallado que permitió identificar vacíos en el conocimiento y sentar bases para futuros estudios sobre formulaciones más seguras y eficaces. Asimismo, se podrá evaluar si los beneficios estéticos de estos tratamientos justifican los posibles efectos adversos que puedan generar a corto y largo plazo teniendo en cuenta su pH.

La contribución de este trabajo es significativa para la odontología estética y restauradora, porque si bien se han desarrollado diversos estudios sobre el aclaramiento dental, la mayoría se centran en la comparación de concentraciones y tipos de peróxidos sin analizar de manera específica el impacto del pH en la

estructura dental, por lo que este estudio proporcionará una síntesis de la evidencia científica sobre el tema, facilitando la toma de decisiones tanto para los odontólogos como para los investigadores, al ofrecer recomendaciones basadas en evidencia para equilibrar efectividad y biocompatibilidad en el aclaramiento dental, beneficiando a fabricantes, odontólogos y pacientes con protocolos optimizados y procedimientos menos invasivos y más seguros.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Analizar, a través de una revisión de la literatura, la influencia del pH de los agentes de aclaramiento dental en su eficacia, toxicidad y en la alteración de la estructura dental.

3.2. Objetivos Específicos

- Examinar la literatura científica disponible en los últimos once años sobre los efectos del pH de los agentes de aclaramiento dental en la estructura del esmalte y la dentina.
- Comparar la eficacia de los agentes de aclaramiento dental de diferentes rangos de pH.
- Identificar los posibles efectos adversos y la toxicidad de los agentes de aclaramiento dental según su pH, con base en la literatura encontrada.

4. MARCOS DE REFERENCIA

4.1. Marco Teórico

A continuación, se desarrolla un breve marco teórico relacionado con la eficacia, toxicidad y alteración de los tejidos dentales por los aclaramientos dentales según su pH.

4.1.1. Aclaramiento Dental

El aclaramiento dental se basa en la acción de agentes oxidantes, como el peróxido de hidrógeno o el peróxido de carbamida, que penetran en la estructura del esmalte y la dentina, donde liberan radicales libres que descomponen los compuestos orgánicos responsables de la decoloración (1). Los productos aclaradores liberan radicales libres que interactúan con las moléculas de pigmento en los dientes, rompiendo sus enlaces y, por tanto, reduciendo su capacidad de absorber luz y reflejar un tono más claro.

El aclaramiento dental es un procedimiento estético que busca mejorar la apariencia de los dientes mediante la eliminación o reducción de manchas y decoloraciones. A lo largo de la historia, se han desarrollado diversas técnicas y productos para lograr este objetivo, siendo los agentes a base de peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida los más utilizados actualmente (9).

La demanda creciente por tratamientos de aclaramiento dental está impulsada por el deseo de tener una sonrisa más brillante, lo que ha llevado a la investigación constante de productos y métodos que sean efectivos y seguros para el paciente. Aunque los métodos convencionales han demostrado eficacia, el pH de los productos utilizados puede influir significativamente en el proceso de aclaramiento dental (3).

4.1.2. Factores que Afectan el Aclaramiento Dental

Entre los factores que afectan la efectividad del proceso están el tipo de agente, la concentración del agente activo, la duración de la aplicación, El pH es un factor

clave en los productos de aclaramiento dental, ya que afecta tanto la eficacia como la seguridad del tratamiento (4).

Algunos productos de aclaramiento dental tienen un pH ácido (<7), que puede potenciar el efecto debido a que el medio ácido favorece la destrucción del esmalte, facilitando la penetración del agente de aclaramiento en la superficie dental. Sin embargo, este mismo mecanismo puede generar efectos secundarios no deseados como la excesiva pérdida, que puede comprometer la integridad del esmalte y generar una mayor susceptibilidad a la caries o la sensibilidad dental (3).

En cuanto a los efectos del pH ácido en el esmalte, la literatura revisada sugiere que un pH ácido puede reducir la dureza superficial del esmalte y aumentar su porosidad, lo que genera preocupación sobre el uso prolongado o repetido de estos productos (4). Diversos estudios han evaluado la eficacia de los aclaradores dentales con pH ácido en términos de resultados a corto plazo. Estos productos suelen mostrar una mayor capacidad para aclarar los dientes en menos tiempo, debido a la rápida acción de los agentes de aclaramiento en un entorno ácido que facilita la penetración en el esmalte (2).

Sin embargo, la durabilidad del aclaramiento y el balance entre eficacia y seguridad son áreas de controversia. Mientras algunos estudios reportan buenos resultados iniciales, otros señalan que la pérdida de minerales puede afectar negativamente la longevidad del efecto aclarador, lo que podría requerir sesiones adicionales y aumentar el riesgo de daño dental (5).

4.1.3. Eficacia de un Aclaramiento con pH Alcalino Vs. un Aclaramiento con pH Ácido

Ito *et al.*, (2019), evaluaron el efecto de los acondicionadores de pH en el aclaramiento dental utilizando papel teñido con hematoporfirina y un modelo de diente bovino artificialmente decolorado. Se prepararon geles aclaradores experimentales que contenían peróxido de hidrógeno al 23%, ajustados a pH 7.0

con diferentes acondicionadores de pH (NaOH, NaHCO₃, Na₂CO₃, KOH, KHCO₃ y K₂CO₃).

Los resultados mostraron que los materiales aclaradores con el mismo pH, pero diferentes acondicionadores de pH mostraron diferentes efectos de aclaramiento, y que tanto el catión como el anión en los acondicionadores de pH afectaron el efecto del aclaramiento (10). Este estudio destacó que no solo el pH, sino también la composición específica del acondicionador de pH, influye en la eficacia del aclaramiento, sugiriendo que la selección de componentes es importante para lograr los mejores resultados (10).

Wijetunga *et al.* (2021), analizaron el efecto del pH del agente aclarador utilizando papeles teñidos con hematoporfirina y dientes bovinos artificialmente manchados. Se aplicaron soluciones de peróxido de hidrógeno al 23% con pH de 5.5, 6.0, 7.0, 8.0 y 9.0. Los resultados indicaron que tiempos de irradiación más prolongados (1, 3 y 5 minutos) y un pH más alto resultaron en una diferencia de color significativamente mayor (ΔE). Se concluyó que el pH del agente aclarador mejora significativamente el efecto del aclaramiento (11).

Bersezio *et al.* (2024), evaluaron la eficacia del aclaramiento dental durante un año utilizando dos productos de peróxido de hidrógeno con diferentes pH. Los pacientes fueron divididos en dos grupos correspondientes a dos productos diferentes: Pola Office (pH = 2.0) y Pola Office Plus (pH = 7.0). La evaluación consistió en mediciones subjetivas y objetivas del color de ambos cuadrantes maxilares. Los resultados mostraron que la variación del color fue similar para ambos productos durante los diferentes tiempos de evaluación, y ambos productos mostraron un ligero retroceso después de 12 meses. Se concluyó que el aclaramiento dental en consultorio con dos geles de peróxido de hidrógeno de diferentes pH produjo resultados similares, sin una regresión significativa, durante 12 meses después del aclaramiento (12). Este estudio sugiere que, en términos de estabilidad del color a largo plazo, el pH del agente aclarador puede no ser un factor determinante, ya que

ambos productos, independientemente de su pH, mostraron resultados similares durante un año.

La eficacia del aclaramiento dental parece estar influenciada por múltiples factores, incluyendo el pH del agente aclarador y la composición específica de los acondicionadores de pH. Mientras que algunos estudios indican que un pH más alto (alcalino) puede mejorar la eficacia del aclaramiento, otros sugieren que el pH puede no ser el único factor determinante en la estabilidad del color a largo plazo. Por lo tanto, es esencial considerar tanto el pH como la composición química del agente aclarador al seleccionar un tratamiento para optimizar los resultados y minimizar posibles efectos adversos.

4.1.4. Toxicidad de un Aclaramiento con pH Alcalino Vs. Un Aclaramiento con pH Ácido

Alqahtani (2015), estudió la influencia de los valores de pH de las soluciones de peróxido de hidrógeno al 30% en las propiedades de la superficie del esmalte. Se utilizaron soluciones con pH de 3.0, 5.0, 7.0 y 8.0. Las evaluaciones mediante microscopía electrónica de barrido y espectroscopia micro-Raman revelaron alteraciones evidentes en la superficie del esmalte tratada con soluciones de pH neutro o alcalino. Se concluyó que las soluciones de aclaramiento con pH neutro o alcalino pueden provocar modificaciones en la morfología y composición química del esmalte (13). Este estudio señala que los agentes aclaradores con pH neutro o alcalino pueden inducir cambios significativos en la superficie del esmalte, lo que también podría implicar posibles cambios en la estructura dental, por lo que sugieren que se debe informar a los pacientes sobre estos posibles cambios durante y después del procedimiento de aclaramiento (13).

Rodrigues de Freitas et al. (2021), revisaron la efectividad y los efectos adversos de los productos de aclaramiento de venta libre (OTC) sobre los tejidos dentales. El estudio concluyó que los dentífricos de aclaramiento no producen un efecto de aclaramiento real, sino que se limitan a la eliminación de manchas extrínsecas y su

uso debe ser evaluado y recomendado de manera individual y personal por un odontólogo (6).

La toxicidad de los aclaradores dentales está influenciada por el pH de la solución, la composición química de los acondicionadores de pH, la concentración del peróxido de hidrógeno y el tiempo de exposición. Mientras que algunos estudios sugieren que soluciones con pH neutro o alcalino pueden provocar alteraciones en la superficie del esmalte, otros enfatizan que la composición específica y las condiciones de aplicación son determinantes en la manifestación de efectos adversos. Por lo tanto, es esencial considerar todos estos factores al seleccionar y aplicar tratamientos de aclaramiento dental para minimizar posibles riesgos y maximizar la seguridad del paciente.

4.1.5. Eficacia de los Agentes de Aclaramiento según su pH

Un estudio realizado por Coceska et al., (2016) evaluó los cambios en el esmalte tras el aclaramiento y la posterior remineralización con diferentes pastas dentales. Se encontró que el aclaramiento con peróxido de hidrogeno, especialmente cuando se activaba con láser, provocaba alteraciones en el esmalte, como erosiones y pérdida de sustancia interprismática. Sin embargo, estas alteraciones fueron parcialmente reversibles mediante la aplicación de pastas remineralizantes, destacando la importancia del pH en la integridad del esmalte y la necesidad de estrategias de remineralización post-tratamiento (11).

Otro estudio in vitro realizado por Veneri et al., (2024) comparó tres agentes de aclaramiento que contenían peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en términos de eficacia aclaradora, variación del pH y cambios en la rugosidad superficial del esmalte. Los resultados indicaron que los agentes con peróxido de hidrógeno al 40% y 35% lograron una eficacia similar, mientras que el peróxido de carbamida al 16% mostró una eficacia significativamente menor. Además, se observó que el peróxido de hidrogeno al 40% presentó una notable acidificación del pH, sugiriendo que agentes con pH más ácido pueden inducir modificaciones más pronunciadas en la superficie del esmalte (10).

4.1.6. Toxicidad Pulpar Asociada al pH de los Agentes de Aclaramiento

Benetti et al., (2018) realizaron una revisión sistemática para investigar la influencia de distintos tipos de luz en el tejido pulpar durante el aclaramiento dental. En el estudio se utilizó tejido pulpar tras el aclaramiento con luz, mientras que en la comparación se usó tejido pulpar tras el aclaramiento sin luz. El resultado primario fue la inflamación y toxicidad observada en la pulpa tras el aclaramiento. La conclusión a la que llegaron fue que los efectos del aclaramiento dental sobre la pulpa no se ven influidos por los distintos tipos de luz, pero los diferentes parámetros lumínicos si pueden influir en estas propiedades (13).

Una revisión sistemática de estudios in vivo adelantada por Donato et al., (2024) investigó la influencia del aclaramiento en el tejido pulpar. Se concluyó que el uso de geles de aclaramiento con altas concentraciones de peróxido de hidrogeno (35%-38%) puede inducir una respuesta inflamatoria moderada a fuerte en las regiones superficiales de la pulpa, caracterizada por desorganización celular y áreas necróticas, especialmente en los períodos iniciales tras la exposición. Estos hallazgos subrayan la necesidad de considerar el pH y la concentración de los agentes de aclaramiento para minimizar el daño pulpar (14).

4.1.7. Alteraciones en el Esmalte Relacionadas con el pH de los Agentes de Aclaramiento

Investigaciones han demostrado que el pH de los agentes de aclaramiento influye en la microdureza y morfología superficial del esmalte. Un estudio realizado por Motevasselian et al., (2023) evaluó el efecto de geles de aclaramiento con diferentes valores de pH y la aplicación de flúor en la microdureza y morfología del esmalte. Se observó que agentes con pH más ácido provocaban una mayor disminución de la microdureza y alteraciones morfológicas, mientras que la aplicación de flúor ayudaba a mitigar estos efectos adversos (15).

Además, un estudio realizado por Fallahzadeh et al., (2024) exploraron el uso de combinaciones experimentales de quitosano y bioactive glass para minimizar las

alteraciones del esmalte tras el aclaramiento. Los resultados sugieren que estas combinaciones pueden ser efectivas para preservar la integridad del esmalte, resaltando la importancia de considerar el pH y la composición de los agentes de aclaramiento en la prevención de daños estructurales (16).

4.2. Marco Conceptual

Aclaramiento Dental. El aclaramiento dental es un procedimiento odontológico que tiene como objetivo mejorar la apariencia estética de los dientes, eliminando manchas o decoloraciones. Se realiza mediante la aplicación de productos químicos que liberan radicales libres capaces de oxidar los pigmentos presentes en la superficie del diente, logrando así un tono más claro. Existen diferentes tipos de aclaramiento dental, tanto profesionales (realizados en clínicas odontológicas) como domiciliarios (autoadministrados bajo la supervisión de un odontólogo) (4).

Eficacia del Aclaramiento Dental. La eficacia del aclaramiento dental se refiere a la capacidad de los productos aclaradores para lograr un cambio visible en el color de los dientes, medido generalmente por la diferencia de tonalidad antes y después del tratamiento. Esta eficacia puede variar dependiendo de factores como: concentración del agente, duración del tratamiento, pH del producto, tipo de color dental (4).

Peróxido de Hidrógeno. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es uno de los principales agentes aclaradores utilizados en los productos de aclaramiento dental. Este libera radicales libres que oxidan las moléculas de pigmento en los dientes, produciendo un efecto de aclaramiento (2).

pH Ácido. El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, donde valores por debajo de 7 se consideran ácidos y por encima son alcalinos. En el contexto del aclaramiento dental, los productos con pH ácido tienen un valor de pH menor a 7, lo que puede afectar tanto la eficacia del aclaramiento como la integridad de la superficie dental. Los productos con pH ácido son conocidos por su capacidad

para potenciar el aclaramiento dental al reducir el esmalte, pero al mismo tiempo, presentan riesgos de erosión dental y sensibilidad (1).

Toxicidad en Odontología. La toxicidad en el contexto de los tratamientos dentales se refiere a los efectos nocivos o adversos que pueden resultar del uso de productos o procedimientos sobre las estructuras dentales. En el caso del aclaramiento dental con pH ácido o alcalino, los principales aspectos de toxicidad incluyen: sensibilidad dental, dolor o incomodidad en los dientes, generalmente provocada por la exposición de la dentina debido a la pérdida o reducción del esmalte; daño a la estructura, irritación, inflamación o ulceraciones en las encías y otros tejidos orales debido al contacto directo con los productos de aclaramiento (2).

4.3. Marco Contextual

Esta revisión de literatura se realizará buscando artículos en bases de datos científicas tales como Science Direct, EBSCO, SCOPUS, EMBASE, MEDELIN PLUS, ERIC, Google Scholar, Biomed Central, PUBMED y National Library of Medicine de los últimos diez (10) años, es decir, en el período que va entre los años 2015 hasta 2024, para buscar estudios relacionados con la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.

4.4. Marco Ético-Legal

El marco ético legal de esta revisión realizada la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH, se basó en los siguientes principios bioéticos (17):

- **Principio de autonomía.** Aunque esta revisión de literatura no se hará sobre ninguna persona de forma directa, en cumplimiento de este principio se deja establecido que cualquier paciente tiene el derecho de tomar las decisiones referidas a su propio cuidado médico, incluidas las decisiones sobre la realización de pruebas o exámenes diagnósticos.
- **Principio de beneficencia.** Los médicos y odontólogos tienen el deber de actuar en el mayor y mejor interés de sus pacientes.

- **Principio de no maleficencia.** Los médicos y odontólogos tienen el deber de no dañar y evitar al máximo causar cualquier daño a sus pacientes.
- **Principio de justicia.** Los pacientes tienen el derecho a ser tratados de manera imparcial y justa, sin importar su raza, religión, sexo o cualquier otro factor.

El marco ético legal relativo a la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH se basa en las siguientes leyes y regulaciones:

- **Ley 23 de 1981.** Esta ley estableció las normas en materia de ética médica y declaró los lineamientos y principios que son el fundamento esencial para el desarrollo de las normas sobre Ética Médica.
- **Ley 35 de 1989, Código de Ética del Odontólogo Colombiano.** Esta ley es un documento importante que ayuda a garantizar que los odontólogos en Colombia brinden atención dental con ética y de alta calidad.
- **Resolución 8430 de 1993, Ministerio de Salud.** Esta resolución estableció las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Esta revisión de literatura no está relacionada desde ningún aspecto con estudios en seres humanos, ya que se desarrolla analizando artículos científicos en bases de datos científicas para recopilar información actualizada sobre la eficacia, toxicidad y alteraciones de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.

Esta revisión se ajusta a las Normas Científicas, Técnicas y Administrativas para la Investigación según la Ley 23 de 1981 y de acuerdo con el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993, la categoría de riesgo que ofrece este proyecto se clasifica como “sin riesgo” y en lo relacionado con el posible impacto, sea este directo o colateral al medio ambiente, se declara que, por la naturaleza del estudio, esta revisión de literatura no tendrá ningún efecto negativo sobre el medio ambiente.

Para finalizar, se declara que, debido a la naturaleza de este trabajo, no se requiere ejecutar ningún procedimiento de laboratorio, ni recolectar especímenes de especies silvestres de diversidad biológica. Tampoco será necesaria la obtención de consentimiento informado, asentimiento informado o consentimiento parental.

5. METODOLOGÍA

5.1. Diseño de Estudio

Debido a que se trata de una revisión de literatura, se decidió utilizar un diseño no experimental, el cual se enfocó en la recopilación, análisis y síntesis de la información disponible en la literatura científica relacionada con la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental debido a los productos de aclaramiento dental según su pH, lo que permitió agrupar estudios previos y desarrollar una visión amplia y comprensiva del estado actual del conocimiento sobre el tema.

5.2. Tipo y Enfoque del Estudio

Se realiza una revisión de tipo descriptivo, utilizando fuentes secundarias para recopilar información detallada de los estudios previos sobre la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental debido a los productos de aclaramiento dental según su pH. Esta revisión de literatura se organiza siguiendo el enfoque cualitativo, que se considera el más adecuado para las necesidades de este estudio.

5.3. Estrategia de Búsqueda

La estrategia de esta revisión de literatura está conformada por la búsqueda de artículos científicos relacionados con la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH, revisando bases de datos como Science Direct, EBSCO, SCOPUS, EMBASE, MEDELIN PLUS, ERIC, Google Scholar, Biomed Central, PUBMED y National Library of Medicine, de los últimos diez (10) años, es decir, entre los años 2015 a 2024.

Para precisar la búsqueda de artículos sobre el tema se realizó una investigación con las siguientes palabras clave “aclaramiento dental”, “pH del aclaramiento”, “eficacia del aclaramiento”, “alteración”, “estructura dental”, “peróxido de hidrogeno”, “peróxido de carbamida”, “acidez” y “toxicidad”.

Para la estrategia de búsqueda, se utilizaron los marcadores booleanos AND y OR y el uso de truncadores como comillas para ampliar la búsqueda, por lo que se

consideraron las siguientes ecuaciones: (“aclaramiento dental” AND “pH del aclaramiento”), (“eficacia del aclaramiento” OR “alteración” AND “estructura dental”), (“peróxido de hidrogeno” AND “peróxido de carbamida”) y (“acidez” AND “toxicidad”).

5.4. Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión que se tomaron en cuenta para realizar esta revisión de literatura son:

- Se buscaron artículos o estudios sobre la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.
- Se consideraron para esta revisión los artículos científicos publicados en los últimos diez (10) años.
- Se tomaron en cuenta investigaciones publicadas en revistas indexadas y fuente confiables que pudieran verificarse.
- Sólo se escogieron aquellos artículos publicados en idioma inglés.

En cambio, los criterios de exclusión se refieren a aquellos factores que eliminan la posibilidad de tomar un estudio como parte de esta revisión. Los criterios de exclusión de este trabajo son:

- Estudios no relacionados con la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.
- No se tomaron en cuenta para la realización de este estudio los artículos publicados antes del año 2015.
- No se consideraron para la elaboración de esta revisión, estudios de fuentes no confiables o que no se puedan verificar.
- Por temas lingüísticos, no se tomaron en cuenta aquellos estudios publicados en idiomas distintos al inglés

5.5. Fases de la Investigación

A continuación, se presenta lo que se considera que son las fases para realizar esta revisión de literatura:

1. Inicialmente, se realizó la búsqueda en bases de datos científicas para verificar la información y desarrollar la revisión, incluyendo las palabras claves escogidas, que son los términos “aclaramiento dental”, “pH del aclaramiento”, “eficacia del aclaramiento”, “alteración”, “estructura dental”, “peróxido de hidrogeno”, “peróxido de carbamida”, “acidez” y “toxicidad”.
2. Luego, se revisaron los resultados de la búsqueda inicial, para verificar que se cumplan los criterios de inclusión, descartando los que no se encuentren en el período de estudio de esta investigación (2015-2024) o que estén publicados en idiomas diferentes al inglés.
3. Seguidamente, se leyeron los títulos para eliminar aquellas investigaciones que no estén relacionadas directamente con la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.
4. Por último, se analizó cada artículo hallado en su totalidad, para verificar sus objetivos, resultados y conclusiones, lo cual sirvió para darle alcance a los objetivos general y específicos sobre la eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH.

5.7. Instrumento para Búsqueda de Información

El instrumento para realizar esta revisión y recopilar la información acerca de la eficacia de los aclaramientos según su pH, se diseñó utilizando la guía del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), publicada en 2009 y posteriormente actualizada en el año 2020, la cual está diseñada para revisiones sistemáticas y meta-análisis, buscando garantizar transparencia y rigor en la documentación de los procesos de selección, evaluación y síntesis de estudios y así facilitar la implementación de estándares modernos en la identificación y análisis de evidencia científica (18).

5.8. Variables

Seguidamente se plantea una descripción de las variables que se buscaron al realizar la presente revisión. Estas variables se pueden observar en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

Variables de la revisión de literatura

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	VALORES POSIBLES
Año	Año de publicación del artículo	Numérica	2015 a 2024
Autor(es)	Autor o autores de la investigación	Nominal	Nombres de los autores
Título	El título del artículo	Nominal	Títulos de las investigaciones
Objetivos	Los objetivos que tuvieron los autores al realizar la investigación	Nominal	Los objetivos del estudio
Resultados	Los resultados obtenidos del estudio realizado	Nominal y en algunos casos también numérica	Valores de tipo nominal y/o numérico, dependiendo del tipo de estudio realizado
Conclusiones	Las conclusiones a las que se llegó en la investigación	Nominal	Las conclusiones del estudio

Nota: elaboración propia a partir de la información contenida en la Guía para la elaboración y presentación de anteproyectos de grado al Comité de Ética y Bioética de la Facultad de Salud de la USC.

5.9. Consideraciones Éticas

Para el desarrollo de esta revisión, se declara el cumplimiento de los siguientes Principios Bioéticos:

- **Autonomía.** Se declara que, al desarrollar esta revisión de literatura, no se necesitó ningún documento denominado “Consentimiento Informado”, ya que el estudio no se llevó a cabo con la participación de personas de forma directa, sino sobre estudios contenidos en artículos científicos publicados en revistas indexadas.

- **Beneficencia.** Se declara que la realización de esta revisión beneficiará a toda la comunidad odontológica, incluidos los odontólogos en ejercicio, los futuros profesionales, las instituciones académicas y los pacientes.
- **No maleficencia.** Se declara que, con la realización de este trabajo, no habrá ningún riesgo sobre ninguna persona, ya que no habrá participación sobre ningún individuo en este estudio y sólo se revisarán artículos científicos publicados en bases de datos y revistas indexadas. Igualmente, se informa que este estudio será supervisado por un tutor docente experto en el tema de esta revisión.
- **Confidencialidad.** Se declara que los datos obtenidos a través de la revisión de literatura serán tratados con estricta confidencialidad y sólo se usarán para presentar los resultados de este estudio.
- **Justicia.** Se declara que, al desarrollar esta revisión de literatura no se permitió ningún tipo de discriminación por razones étnicas, ideológicas, de nacionalidad, de edad, género, estrato social u otros y siempre prevaleció el respeto y la equidad como valores esenciales garantizados por la Constitución Política de Colombia.

6. RESULTADOS

En la presente revisión de literatura se realizó una búsqueda en bases de datos científicas, aquellos artículos o estudios que fueron publicados sobre eficacia, toxicidad y alteración de la estructura dental por los aclaramientos dentales según su pH. Para ello, se siguieron las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). Seguidamente se presenta una breve explicación del proceso seguido para realizar este estudio.

Se hizo la búsqueda inicial, utilizando términos como “aclaramiento dental”, “pH del aclaramiento”, “eficacia del aclaramiento”, “peróxido de hidrogeno”, “peróxido de carbamida”, “acidez” y “toxicidad” en las bases de datos Science Direct, EBSCO, SCOPUS, EMBASE, MEDLINE PLUS, ERIC, Google Scholar, Biomed Central, PUBMED y National Library of Medicine. Posteriormente se amplió la búsqueda usando los operadores AND y OR más los términos “alteración” y “estructura dental”. De dicha revisión preliminar se alcanzaron varios resultados, algunos de los cuales estaban repetidos y otros eran poco útiles para la presente revisión.

La revisión formal se realizó durante la última semana de marzo y la primera semana de abril del 2025, en las mismas bases de datos mencionadas, limitando los resultados a las publicaciones realizadas entre los años 2015 a 2024, incluyendo ambos años.

De esta forma se obtuvieron 387 estudios en total, relacionados con el tema objeto de la revisión, distribuidos de la siguiente manera: Science Direct (39); EBSCO (31); SCOPUS (43); EMBASE (29); MEDLINE PLUS (44); ERIC (39); Google Scholar (37); Biomed Central (43); PUBMED (48); y National Library of Medicine (34).

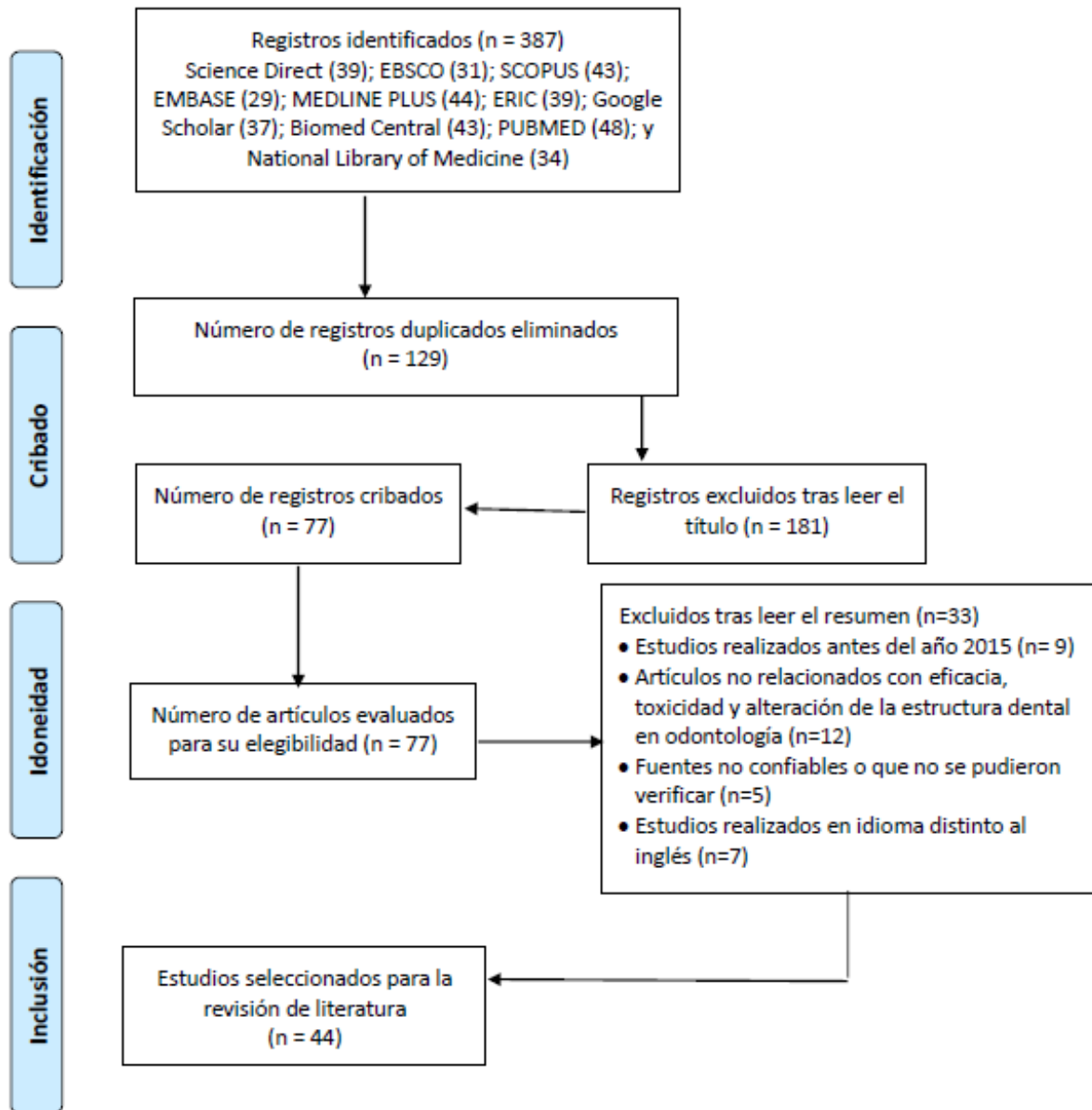
De dichos artículos 181 fueron excluidos tras leer el título y 129 eran duplicados. De los 77 estudios restantes, 33 fueron descartados por no cumplir con los criterios de inclusión de esta revisión.

Por último, se obtuvieron un total de 44 estudios que se ajustaron a los criterios de inclusión y que fueron seleccionados para llevar a cabo esta revisión.

Seguidamente, se muestra el flujograma obtenido según el método PRISMA que simboliza cada una de las fases antes explicadas.

Figura 1.

Flujograma PRISMA - Revisión Literatura



Nota. Elaboración propia a partir de información tomada de “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement” por Moher et al. (2009) (18).

Tabla 2*Artículos seleccionados para la revisión de literatura*

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
2015	Borges et al.	Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Enamel Color and Microhardness (19).	El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de geles de peróxido de hidrógeno con diferentes concentraciones (20%, 25%, 30% y 35%) sobre la microdureza Knoop del esmalte (KNH) así como sobre los cambios en el color dental (C).	Las diferencias en la concentración de gel y tiempo no influyeron en la microdureza. En relación con los cambios de color, los datos demostraron que el gel al 35% presentó una mayor alteración del color que el gel al 20%.	El aclaramiento con gel de peróxido de hidrógeno al 35% fue más eficaz que con el gel al 20%, sin provocar efectos adversos en la microdureza de la superficie del esmalte.
2015	Alqahtani M.	Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review (13).	Ayudar a los odontólogos a mejorar su comprensión de la historia de los procedimientos de aclaramiento, los tipos, los componentes, los mecanismos y sus efectos sobre los tejidos blandos, las estructuras dentales, los compuestos de resina y los adhesivos.	Se revisaron los temas controvertidos sobre los procedimientos de aclaramiento y sus efectos. Además, se discutieron las consecuencias del pre y post aclaramiento sobre el potencial de unión de las restauraciones de resina compuesta a la estructura dental.	Se halló que, para minimizar los riesgos, es necesaria la participación de los odontólogos, la prevención del uso de productos de aclaramiento de venta libre y la reducción del uso excesivo de estos productos. Además de ese intervalo de 2 semanas después del procedimiento de aclaramiento, se considera adecuado para evitar efectos adversos en la polimerización.
2015	Yu et al.	Effects of bleaching agents on dental restorative materials: A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers (20).	Revisar los efectos de los agentes de aclaramiento en las principales categorías de materiales de restauración dental.	La bibliografía reveló que el aclaramiento podría tener un efecto perjudicial sobre los materiales de restauración. Sin embargo, debido a la variabilidad del diseño experimental, existe una falta de consenso sobre los efectos	Es necesario establecer una pauta estandarizada y reproducible para la evaluación de los efectos del aclaramiento en los materiales de restauración y verificarla mediante futuros estudios.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				de este en los materiales de restauración.	
2015	Kwon y Wertz	Review of the mechanism of tooth whitening (21).	Revisar los mecanismos detrás del aclaramiento dental.	El peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida son los agentes más comunes utilizados en el aclaramiento dental, actuando sobre compuestos orgánicos en el esmalte y la dentina.	Comprender los mecanismos del aclaramiento dental puede ayudar a desarrollar productos más efectivos y seguros.
2015	Trentino et al.	Evaluation of pH Levels and Surface Roughness After Bleaching and Abrasion Tests of Eight Commercial Products (22).	Evaluar el efecto de diferentes protocolos de aclaramiento y la variación de los niveles de pH de los geles en relación con la rugosidad y el desgaste del esmalte, tras protocolos de aclaramiento en consulta y cepillado.	Se produjo una disminución de los niveles de pH desde el tiempo inicial hasta el final del aclaramiento. Dos grupos evaluados presentaron valores de pH más elevados. En cuanto a los resultados de la rugosidad y el desgaste, se produjo un aumento de la rugosidad superficial y el desgaste entre todos los grupos.	Los valores de pH tendieron a disminuir desde el aclaramiento inicial hasta el final. Tras el cepillado dental, los procedimientos con productos de pH más bajo proporcionaron un aumento significativo del desgaste del esmalte y de la rugosidad de la superficie.
2016	Serraglio et al.	Efficacy and safety of over-the-counter whitening strips as compared to home-whitening with 10 % carbamide peroxide gel--systematic review of RCTs and metanalysis (23).	Comparar la eficacia y seguridad de las tiras de aclaramiento de venta libre con el aclaramiento casero recomendado por la Asociación Dental Americana (ADA) utilizando el gel de peróxido de carbamida al 10%.	El metanálisis no reveló diferencias significativas entre los grupos de intervención en cuanto a la eficacia del aclaramiento dental, los cuales fueron similares, independiente del método de aclaramiento utilizado. La irritación gingival observada fue mayor cuando se aplicó el gel de peróxido de carbamida al 10%.	No existen pruebas sólidas que apoyen el uso de las tiras de aclaramiento en detrimento de la técnica recomendada por la ADA basada en el gel de peróxido de carbamida al 10% aplicado en bandeja.
2016	Soares et al.	Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on	Evaluar el desgaste del esmalte dental en función de diferentes protocolos de gel de aclaramiento,	El pH mostró un ligero descenso, excepto en el grupo del 15% Lase Peroxide Lite (LPL15HL). El grupo 25%	Se produjo una disminución del pH inicial al final. Los diferentes geles de aclaramiento fueron capaces de aumentar los valores

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
		surface wear of bovine enamel (24).	grabado ácido y variación del pH.	Lase Peroxide Sensy II (LPS25HL) mostró el mayor grado de desgaste, con y sin grabado.	de desgaste superficial tras el cepillado simulado. El grabado ácido antes del aclaramiento aumentó los valores de desgaste superficial en todos los grupos.
2016	Coceska et al.	Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization (25).	Investigar los efectos de los agentes de aclaramiento dental, específicamente el peróxido de hidrógeno de alta concentración con y sin activación láser, sobre las alteraciones de la superficie del esmalte.	El análisis reveló que ambos métodos de aclaramiento causaron daño al esmalte, siendo el tratamiento láser más agresivo y llevando a una pérdida significativa de la integridad del esmalte.	El estudio concluyó que los procedimientos de aclaramiento dental resultan en alteraciones del esmalte, siendo el procedimiento con láser más perjudicial, pero estos cambios son reversibles a través de tratamientos de remineralización.
2016	Zanolla et al.	Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis (26).	Determinar los efectos del aclaramiento domiciliario con gel de peróxido de carbamida al 10% sobre la microdureza del esmalte dental humano.	Se seleccionaron trece estudios (Bases de datos PubMed y Web of Science) que cumplieran todos los criterios de inclusión y exclusión y se sometieron a análisis estadístico.	Los resultados no mostraron cambios significativos en la microdureza del esmalte al utilizar el gel de aclaramiento de peróxido de carbamida al 10% durante periodos de 7, 14 y 21 días.
2017	Baldea et al.	Toxicity and efficiency study of plant extracts-based bleaching agents (2).	Evaluar los efectos biológicos y la eficacia del aclaramiento de cuatro agentes experimentales, derivados de zumos de frutas, frente al comercial Opalescence (Ultradent, EE.UU.).	Todos los geles mostraron estabilidad física y capacidad de aclaramiento dental. Los geles experimentales indujeron tasas de viabilidad y apoptosis mejores, menor peroxidación lipídica y mayor defensa antioxidante, en comparación con Opalescence.	Las formulaciones experimentales de gel estudiadas mostraron un buen perfil de seguridad in vitro, así como eficacia en el aclaramiento sobre materiales compuestos restauradores.
2017	Joiner y Luo	Tooth colour and whiteness: A review (9).	Revisar la literatura sobre el color dental y los métodos para lograr dientes más blancos.	Los agentes aclaradores son efectivos para mejorar la blancura dental, pero pueden tener efectos secundarios como sensibilidad dental.	Se deben equilibrar los beneficios estéticos del aclaramiento dental con los posibles efectos secundarios y se recomienda supervisión del odontólogo.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
2017	de Oliveira Duque et al.	Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols (27).	Evaluar la eficacia y la toxicidad de los protocolos de aclaramiento dental aplicados a discos de esmalte/dentina que simulan incisivos y premolares mandibulares.	El gel de peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) al 10% redujo significativamente la viabilidad celular solo cuando se aplicó durante 3 intervalos de 15 minutos, con un mayor estrés oxidativo y disminución de marcadores odontoblásticos en el grupo de incisivos.	La aplicación de un gel con H ₂ O ₂ al 10% durante 15 o 45 min sobre un sustrato dental fino minimiza significativamente la toxicidad celular en comparación con geles altamente concentrados asociados a resultados estéticos similares, aumentando el número de sesiones de aclaramiento.
2017	Loguercio et al.	Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial (3).	Comparar la sensibilidad dental y la eficacia en el aclaramiento de dos geles de peróxido de hidrógeno con diferentes pH (pH ácido y pH neutro utilizados para el aclaramiento en el consultorio).	Todos los grupos lograron el mismo nivel de aclaramiento después de 30 días de evaluación clínica. El uso de un gel de aclaramiento neutro en el consultorio disminuyó el riesgo absoluto de sensibilidad dental y la intensidad de la misma en comparación con el gel de aclaramiento ácido.	El uso de un gel de aclaramiento neutro en el consultorio produjo el mismo grado de aclaramiento que un gel ácido, pero con un riesgo e intensidad reducidos de sensibilidad dental.
2018	Casado et al.	Efficacy of Dental Bleaching with Whitening Dentifrices: A Systematic Review (28).	Evaluar si los dentífricos especiales promueven el aclaramiento dental en comparación con el uso de dentífricos convencionales.	Se encontraron diferencias significativas en el cambio de color de los dientes entre los grupos que utilizaban dentífricos para el aclaramiento y los que utilizaban dentífricos no convencionales.	Las pruebas de esta revisión sistemática sugieren que los dentífricos especiales tienen potencial en el aclaramiento dental.
2018	Benetti et al.	Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review (29).	Investigar la influencia de diferentes tipos de luz en el tejido pulpar durante el aclaramiento dental.	Un estudio in vivo mostró inflamación pulpar al usar calor para simular los efectos de luz, y dos estudios in vitro indicaron que la luz influye en el metabolismo celular: la luz halógena tuvo efectos negativos, mientras que la	Los efectos del aclaramiento dental sobre la pulpa no se ven influenciados por los diferentes tipos de luz, pero diferentes parámetros de luz pueden influir en estas propiedades.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				terapia con láser mostró efectos positivos. Sin embargo, persisten limitaciones debido a la diversidad en los parámetros de luz utilizados.	
2019	Pecho et al.	Effect of hydrogen peroxide on color and whiteness of resin-based composites (7).	Evaluar la influencia de un gel de peróxido de hidrógeno al 35% sobre los cambios de color y blancura de los composites a base de resina (RBC)	Los resultados mostraron que, si bien el tratamiento de aclaramiento influyó en el color y la blancura de los composites a base de resina, los cambios no fueron perceptibles clínicamente.	Se debe advertir a los pacientes que las restauraciones de composite existentes pueden no coincidir con el color natural del diente después del aclaramiento y que puede ser necesario reemplazar las piezas.
2019	Ito et al.	Effect of pH conditioners on tooth bleaching (10).	Examinar cómo los diferentes acondicionadores de pH impactan la efectividad de los agentes de aclaramiento en los dientes	Se probaron varios acondicionadores de pH con un gel de aclaramiento que contenía peróxido de hidrógeno al 23%. Los resultados indicaron que ciertos acondicionadores de pH tuvieron un efecto más significativo en la mejora del color que otros.	El estudio encontró que tanto los componentes catiónicos como aniónicos de estos acondicionadores pueden influir en el efecto del aclaramiento.
2019	Zavala-Alonso et al.	Characterization of Enamel After the Use of Oral Hygiene Auxiliaries with Whiteners (30).	El propósito de este estudio fue evaluar el efecto del uso de los auxiliares de higiene oral combinados con agentes de aclaramiento sobre la microdureza y la micro-morfología del esmalte dental.	Todos los grupos, con la excepción del grupo 1, mostraron una disminución en los valores de microdureza después de aplicar los tratamientos. Del mismo modo, al comparar los valores después de los tratamientos entre los grupos, se encontraron diferencias en todas las comparaciones, excepto en dos grupos.	Cambios significativos como la disminución de la microdureza y los cambios en la topografía de la superficie del esmalte, como elevaciones, cráteres, porosidades y patrones de grabado, se encontraron después del uso de la combinación de auxiliares de la higiene oral con agentes de aclaramiento.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
2019	Alshammery, S.	Evaluation of Light Activation on In-office Dental Bleaching: A Systematic Review (31).	Evaluar la eficacia de la activación por luz en el aclaramiento dental en el consultorio en términos de cambio de color y fotosensibilidad con la evidencia bibliográfica disponible.	De las 124 referencias obtenidas, se leyeron íntegramente 13 artículos en lengua inglesa que cumplían los criterios de inclusión.	La activación por luz del peróxido de hidrógeno en el aclaramiento dental en consulta no afecta a la eficacia del aclaramiento.
2019	Balladares et al.	Effects of pH and Application Technique of In-office Bleaching Gels on Hydrogen Peroxide Penetration into the Pulp Chamber (32).	Cuantificar la penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar en dientes sometidos al aclaramiento en consulta con pH y técnicas de aplicación variados. También se evaluó el cambio de color y el pH del producto de aclaramiento en el consultorio durante la aplicación.	Se detectó un aclaramiento significativo y no se observaron diferencias de cambio de color entre los grupos). El pH no cambió durante la técnica de aplicación 3×15; sin embargo, todos los geles de aclaramiento ácidos disminuyeron significativamente su pH cuando se aplicaron durante 1×45. No se observaron diferencias entre los grupos con respecto al cambio de color.	La cantidad de peróxido de hidrógeno que llega a la cámara pulpar fue menor cuando se utilizaron geles de pH neutro/alcalino, independientemente de la técnica de aplicación.
2019	Llena et al.	Comparison of diffusion, cytotoxicity and tissue inflammatory reactions of four commercial bleaching products against human dental pulp stem cells (33).	Evaluar la capacidad de difusión in vitro, la citotoxicidad y la biocompatibilidad de cuatro productos de aclaramiento comerciales sobre células madre de pulpa dental humana.	Los productos Normon mostraron menor citotoxicidad y capacidad de difusión que los productos Ultradent. Se midió un elevado nivel intracelular de ROS (Reactive Oxygen Species) en las pulpas dentales humanas tras la exposición a Opal- peróxido de hidrógeno.	Se observó necrosis grave de la pulpa coronal y radicular con Opal- peróxido de hidrógeno. Concentraciones similares de peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en una variedad de productos de aclaramiento mostraron respuestas diferentes en las células y en el tejido de la pulpa dental, lo que sugiere que los productos de aclaramiento contienen agentes desconocidos

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
					que podrían influir en su toxicidad.
2019	Shobana et al.	Effect of Whitening Toothpastes on Extrinsic Dental Stains (1).	Comparar la efectividad de la propiedad quitamanchas de las pastas dentales de aclaramiento y pastas dentales que contienen sílice y carbonato de calcio sobre las manchas dentales extrínsecas y evaluar la duración del efecto de aclaramiento dental producido.	Se puede observar una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. La reducción media y porcentual máxima se encontró en uno de los grupos al final del segundo mes en la extensión e intensidad de las manchas. La reducción media y porcentual máxima se encontró al final del cuarto mes en la extensión e intensidad de la mancha.	Las pastas dentales que contienen sílice, papaína y bromelina muestran eficacia para reducir las manchas dentales extrínsecas.
2020	Estay et al.	The change of teeth color, whiteness variations and its psychosocial and self-perception effects when using low vs. high concentration bleaching gels: a one-year follow-up (34).	Comparar el cambio y la estabilidad del color con el gel de peróxido de hidrógeno de baja concentración (6%) en un entorno de aclaramiento en consulta en relación con el gel convencional al 37,5%, incluidos sus efectos sobre la autopercepción psicosocial y estética, al cabo de un año.	El efecto del 37,5% de peróxido de hidrógeno fue mejor que el del 6% de peróxido de hidrógeno en cuanto a la recuperación del color tras un año de seguimiento. Hubo diferencias significativas en las mediciones del impacto psicosocial y de la autopercepción estética antes del aclaramiento frente a los puntos temporales de un año después del procedimiento; los efectos positivos se mantuvieron.	Una baja concentración (6%) consiguió un aclaramiento eficaz con buena estabilidad al cabo de un año, acompañado de un impacto psicosocial positivo y una mejor autopercepción en el seguimiento.
2021	Rodrigues de Freitas et al.	Effectiveness and Adverse Effects of Over-the-Counter Whitening Products on Dental Tissues (6).	Revisar la efectividad y los efectos adversos de los productos de aclaramiento de venta libre (OTC) sobre los tejidos dentales.	Los dentífricos de aclaramiento, que constituyen más del 50% de los productos de venta libre (OTC), son efectivos principalmente en la eliminación de manchas	Los dentífricos blanqueadores no producen un efecto de aclaramiento real, sino que se limitan a la eliminación de manchas extrínsecas. Su uso debe ser evaluado y

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				extrínsecas gracias a sus sistemas abrasivos y detergentes, destacando aquellos con bicarbonato de sodio por su mayor efectividad. Sin embargo, no hay una relación directa entre abrasividad y eliminación de manchas, y productos como el carbón activado carecen de evidencia sobre su efectividad y plantean riesgos para el esmalte.	recomendado individualmente por un odontólogo.
2021	Costa et al.	Microabrasion effect on enamel susceptibility to penetration of hydrogen peroxide: an experimental and computational study (35).	Evaluar la penetración in vitro del peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) a través del esmalte y la dentina después del tratamiento microabrasivo.	El estudio encontró que todos los grupos presentaron penetración de H ₂ O ₂ , sin diferencia significativa entre los grupos de control y experimentales. El análisis numérico demostró el papel del grosor del tejido dental en la penetración de H ₂ O ₂ .	Los autores recomiendan la microabrasión como una asociación con los procedimientos de aclaramiento, ya que pequeñas modificaciones en el grosor del esmalte/dentina pueden causar cambios sustanciales en la propagación del peróxido a través de los tejidos dentales, lo cual es clínicamente relevante para los procedimientos de aclaramiento.
2021	Wijetunga et al.	Effect of pH of bleaching agent on tooth bleaching action in vitro (11).	Examinar cómo el pH de 1 agente afecta la eficacia del aclaramiento dental in vitro, utilizando papeles teñidos con hematoporfirina y dientes de bovino artificialmente manchados.	Los resultados mostraron que un pH más alto y tiempos de irradiación más prolongados mejoraron el cambio de color en hematoporfirina, mientras que, para dientes de bovino, un aumento en los tiempos de aplicación y un pH más alto también mejoraron los resultados del aclaramiento.	Los hallazgos indican que el pH juega un papel fundamental en la mejora del efecto de aclaramiento.
2021	Chen et al.	H ₂ O ₂ gel bleaching induces cytotoxicity	Investigar el papel de las especies reactivas del	El gel de aclaramiento suprimió la viabilidad de las	Los hallazgos sugieren que los geles de aclaramiento inducen

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
		and pain conduction in dental pulp stem cells via intracellular reactive oxygen species on enamel/dentin disc (36).	oxígeno (ROS) en la citotoxicidad y la conducción del dolor activadas por el aclaramiento dental experimental.	células madre de la pulpa dental y los niveles de ATP extracelular y aumentó los niveles intracelulares de especies reactivas del oxígeno (ROS), Ca ²⁺ y ATP intracelular. Además, el gel al 40% tuvo un efecto mayor que el gel al 15%, y mejoró los efectos del gel.	citotoxicidad y conducción del dolor en las células madre de la pulpa dental a través de especies reactivas del oxígeno (ROS) intracelulares, lo que puede proporcionar una potencial diana terapéutica para aliviar la nocicepción del aclaramiento dental.
2022	Martins et al.	Innovative strategy for in-office tooth bleaching using violet LED and biopolymers as H ₂ O ₂ catalysts (37).	Evaluar la influencia del recubrimiento del esmalte con un andamio de nanofibras (NS) y una imprimación catalizadora polimérica (PCP) sobre la eficacia estética, la cinética de degradación del peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) y la citotoxicidad transamelodentinaria de geles de aclaramiento sometidos o no a irradiación con LED violeta.	El G6 (andamio de nanofibras + imprimación catalizadora polimérica + peróxido de hidrógeno al 35% + luz LED) presentó la mayor eficacia estética en comparación con los demás grupos. Además de la eficacia estética similar al aclaramiento convencional en consulta, el G10 (andamio de nanofibras + imprimación catalizadora polimérica + peróxido de hidrógeno al 10% + luz LED) también mostró el menor efecto tóxico y estrés oxidativo en las células odontoblasticas (MDPC-23) en comparación con todos los grupos.	El recubrimiento del esmalte con un andamio de nanofibras y una imprimación catalizadora polimérica, seguido de la aplicación de geles de aclaramiento de peróxido de hidrógeno al 10%, 20% o 35% irradiados con un LED violeta, estimula la degradación del peróxido de hidrógeno, aumentando la eficacia estética y reduciendo la toxicidad transamelodentinaria del tratamiento.
2022	Irusa et al.	Tooth whitening procedures: A narrative review (38).	Proporcionar una revisión de la bibliografía disponible sobre el tema del aclaramiento dental y ofrecer una instantánea de la situación actual de la profesión odontológica en relación con este tema.	Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed y Scopus. Se incluyeron en esta revisión un total de 158 artículos tras revisar la bibliografía resultante de la búsqueda inicial.	Los procedimientos de aclaramiento dental han demostrado ser una opción conservadora y viable para mejorar la estética dental.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
2022	Bernardi et al.	Use of an applicator brush with high concentration bleaching gels (39).	Evaluar in vitro dos geles de aclaramiento automezclados de alta concentración (35% o 37,5%) con diferentes puntas de aplicación (con o sin pincel aplicador) durante el aclaramiento en consulta.	El uso de una punta con cepillo aplicador gastó menos gel y dejó una menor cantidad de peróxido de hidrógeno dentro de la cámara pulpar en comparación con la punta sin cepillo para ambos geles de aclaramiento, aunque no se observaron diferencias en el cambio de color. El peróxido de hidrógeno al 37,5% mostró un pH más estable y menos ácido y una menor cantidad de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar que el peróxido de hidrógeno al 35%.	La penetración de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar fue menor cuando se utilizó un aplicador con punta de cepillo que cuando se utilizó uno con punta convencional. En cuanto al color, se consideró que ambas puntas aclaraban los dientes.
2023	Motevasselian et al.	Effect of pH of In-Office Bleaching Gels and Timing of Fluoride Gel Application on Microhardness and Surface Morphology of Enamel (15).	Evaluar la microdureza del esmalte tratado con dos agentes de aclaramiento en el consultorio con diferente pH y estudiar el efecto de la terapia con fluoruro post y pre aclaramiento.	No hubo diferencias significativas entre los grupos. No se encontraron diferencias entre todos los intervalos. No se observó relación entre los protocolos de aclaramiento y la morfología de la superficie.	El peróxido de hidrógeno al 35% con pH neutro (Pola Office) provocó el mayor ablandamiento. La aplicación del gel de fluoruro de sodio (NaF) al 2% después del aclaramiento Pola Office fue efectiva para recuperar la dureza del esmalte. La aplicación de flúor después del aclaramiento peróxido de hidrógeno al 37,5% (Pola Office+) proporcionó pocos beneficios.
2023	Da Silva et al.	Can all highly concentrated in-office bleaching gels be used as a single-application? (40).	Evaluar la difusión del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, la eficacia del aclaramiento y la estabilidad del pH de geles de aclaramiento de alta concentración de aplicación única en la consulta.	La concentración de difusión de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar fue mayor en todos los geles de aclaramiento en consulta en comparación con el Grupo de Control. La mayoría de los geles fueron ligeramente	Una sola aplicación fue capaz de producir un eficaz aclaramiento. Sin embargo, normalmente, los geles con pH ligeramente ácido o alcalino durante el tiempo de aplicación reducen la difusión de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				ácidos o alcalinos durante el tiempo total de aplicación.	
2024	Jin et al.	Internal Tooth Whitening (41).	Examinar el proceso de aclaramiento dental interno, centrándose en sus beneficios para quienes padecen decoloración de los dientes.	Se trató un incisivo central no vital de un paciente de 28 años con aclaramiento interno, logrando un cambio estético de tono C4 a C1 tras tres aplicaciones de peróxido de hidrógeno al 40% en dos semanas. No hubo molestias ni complicaciones, y el tono C1 se mantuvo tras seis meses de seguimiento.	La decoloración de los dientes puede ser causada por factores extrínsecos como la comida y el tabaquismo o factores intrínsecos durante el desarrollo de los dientes. El aclaramiento dental interno es un método conservador que mejora la apariencia de los dientes no vitales sin sacrificar la estructura dental. El procedimiento utiliza principalmente peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida.
2024	Veneri et al.	In Vitro Evaluation of the Effectiveness and pH Variation of Dental Bleaching Gels and Their Effect on Enamel Surface Roughness (42).	Comparar tres agentes de aclaramiento que contienen peróxido de hidrógeno (HP) y peróxido de carbamida (CP) en términos de efectividad de aclaramiento, variación del pH y cambios en la rugosidad de la superficie del esmalte.	La efectividad del aclaramiento fue similar para peróxido de hidrógeno al 40% y peróxido de hidrógeno al 35%, mientras que peróxido de carbamida al 16% tuvo resultados más bajos. El peróxido de hidrógeno al 40% mostró una notable acidificación del pH, mientras que el peróxido de hidrógeno al 35% y el peróxido de carbamida al 16% mostraron un leve aumento en los valores de pH.	Este estudio in vitro sugiere que los geles de aclaramiento con pH neutro y estable garantizan una buena eficacia en el aclaramiento y es menos probable que provoquen cambios en la superficie del esmalte.
2024	Fallahzadeh et al.	Enamel changes of bleached teeth following application of an experimental combination of	Evaluar los cambios en el esmalte de los dientes con aclaramiento tras la aplicación experimental de vidrio bioactivo con quitosano (CH-BG).	En todos los grupos, el porcentaje en peso de los elementos calcio y fósforo del esmalte disminuyó después del aclaramiento; esta reducción fue significativa	El compuesto experimental de vidrio bioactivo con quitosano (CH-BG) sintetizado mostró una eficacia comparable a la de MI Paste para la remineralización del

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
		chitosan-bioactive glass (16).		para el fósforo e insignificante para el calcio.	esmalte de los dientes con aclaramiento.
2024	Peruchi et al.	Influence of coating dental enamel with a TiF4-loaded polymeric primer on the adverse effects caused by a bleaching gel with 35% H2O2 (43).	Evaluar si el recubrimiento del esmalte con una imprimación polimérica (PPol) que contiene tetrafluoruro de titanio (TiF4) antes de aplicar un gel de aclaramiento con 35% de peróxido de hidrógeno aumenta la eficacia estética, evita cambios en la morfología y dureza del esmalte, así como reduce la citotoxicidad del aclaramiento convencional en consulta.	La mayor viabilidad celular se produjo con tetrafluoruro de titanio (10TiF4) en comparación con los otros grupos. La difusión transamelodentinaria de peróxido de hidrógeno disminuyó en los grupos con tetrafluoruro de titanio (2TiF4), (6TiF4) y (10TiF4) en comparación con peróxido de carbamida.	El recubrimiento del esmalte con una imprimación polimérica (PPol) que contenga tetrafluoruro de titanio (TiF4) antes de aplicar un gel de peróxido de hidrógeno al 35% puede aumentar la microdureza del esmalte y la eficacia estética y reducir la citotoxicidad transamelodentinaria del aclaramiento dental convencional en la consulta. La imprimación polimérica (PPol) que contenía 10 mg/mL de tetrafluoruro de titanio (TiF4) obtuvo los mejores resultados.
2024	Cheng et al.	Enhanced tooth bleaching with a hydrogen peroxide/titanium dioxide gel (44).	Explorar los efectos de la concentración y el tamaño de las partículas de dióxido de titanio (TiO2) en peróxido de hidrógeno sobre la eficacia del aclaramiento dental y las propiedades de la superficie del esmalte.	La concentración y el tamaño de las partículas de dióxido de titanio (TiO2) afectaron los valores, mostrando el grupo C1P100, C3P100 y C5P100 los mayores valores. No se observaron cambios significativos en la microdureza superficial, la rugosidad, la microestructura o la composición.	La incorporación de un 1% de dióxido de titanio (TiO2) con un tamaño de partícula de 100 nm en el peróxido de hidrógeno constituye una estrategia de aclaramiento eficaz para lograr los resultados deseados.
2024	Barbosa et al.	Over-the-counter products in tooth bleaching: A scoping review (45).	Mapear y resumir las pruebas científicas actuales relativas a los principios activos, la eficacia y los efectos adversos de los productos de aclaramiento de venta libre (OTC).	Las tiras de aclaramiento son eficaces para mejorar el color de los dientes y proporcionar beneficios en color. Los principales efectos adversos asociados a los agentes de aclaramiento de venta libre	Los estudios clínicos han confirmado principalmente la eficacia de las tiras de aclaramiento, mientras que la validación de los dentífricos, los enjuagues bucales y las cubetas de aclaramiento se ha basado principalmente en estudios in

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				fueron la sensibilidad dental y la irritación gingival.	vitro. No obstante, el uso de productos de aclaramiento de venta libre puede provocar efectos adversos, como sensibilidad dental, irritación gingival y cambios en la superficie del esmalte.
2024	Favoreto et al.	Evaluation of hydrogen peroxide permeability, color change, and physical-chemical properties on the in-office dental bleaching with different mixing tip (46).	Evaluar la penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, el cambio de color (CC), las propiedades físico-químicas y el desperdicio de material (MW) y material utilizado (MU) en las puntas de mezcla al utilizar geles de aclaramiento en el consultorio con dos puntas de mezcla diferentes.	Se observó una mayor concentración de peróxido de hidrógeno con Pola Office +37.5% (PO+) con la punta de mezcla helicoidal en comparación con Whiteness Automixx Plus 35% [AM+]. No se encontraron diferencias significativas en el cambio de color (CC) o el material utilizado (MU) para las diferentes puntas de mezcla. La punta de mezcla T-mixer dio lugar a una cantidad menor de desperdicio de material (MW) y mejoró la homogeneidad y viscosidad de la mezcla.	Utilizando un mezclador en T con geles de aclaramiento automezclables se consigue un cambio de color (CC) comparable al tiempo que se reduce el desperdicio de material (MW). Además, disminuye la penetración de peróxido de hidrógeno cuando se utiliza el peróxido de hidrógeno al 37.5% (PO+).
2024	Vardasca et al.	Low and high hydrogen peroxide concentrations of in-office dental bleaching associated with violet light: an in vitro study (47).	Evaluar la penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, el cambio de color (CC), las propiedades físico-químicas y la temperatura utilizando en el consultorio geles de aclaramiento de diferentes concentraciones con o sin luz violeta.	La presencia de luz violeta no afectó a la cantidad de peróxido de hidrógeno dentro de la cámara pulpar, ni el cambio de color (CC). Se observó una mayor penetración de peróxido de hidrógeno dentro de la cámara pulpar, así como del cambio de color (CC) cuando se utilizó un 35% de peróxido	El uso de luz violeta junto con peróxido de hidrógeno al 6% o al 35% no altera las propiedades físicas de los agentes de aclaramiento, la penetración del peróxido de hidrógeno ni potencia el cambio de color. Sin embargo, se observó un aumento de la temperatura cuando se aplicó luz violeta asociada a los geles de aclaramiento.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				de hidrógeno. La concentración final de ambos geles fue inferior a la inicial, independientemente del uso de luz violeta. Los niveles de pH inicial y final permanecieron neutros y estables. La temperatura de la pulpa aumentó cuando los geles se utilizaron junto con luz violeta.	
2024	Centenaro et al.	Effect of a brush tip on in-office bleaching gels in an attachable syringe: Hydrogen peroxide penetration, bleaching efficacy and amount of gel expended (48).	Evaluar la penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, la eficacia del aclaramiento (BE) y la cantidad de gel gastado durante el procedimiento en consulta utilizando una punta de pincel aplicador y una punta convencional de diferentes marcas comerciales.	La punta de cepillo demostró una menor cantidad de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar en comparación con el método convencional para todos los geles de aclaramiento, así como una menor cantidad de gel gastado.	La punta de cepillo mostró una menor penetración de peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar y un menor volumen de gel gastado en comparación con la punta convencional, para todas las marcas comerciales.
2024	Donato et al.	Influence of dental bleaching on the pulp tissue: A systematic review of in vivo studies (14).	Investigar la influencia del aclaramiento en el tejido pulpar.	De los 1311 estudios revisados, 30 fueron elegibles. De estos, 18 evaluaron la respuesta inflamatoria en modelos animales, mostrando una inflamación moderada a fuerte en la pulpa dental tras la exposición a peróxido de hidrógeno al 35%-38% por 30-40 minutos. En dientes humanos, 7 de 11 estudios encontraron inflamación significativa en la pulpa. Se observó un aumento de	Las altas concentraciones de gel de aclaramiento aumentan la respuesta inflamatoria y la necrosis en el tejido pulpar en periodos cortos tras el procedimiento, principalmente en molares de animales y en incisivos humanos, además de una mayor deposición de tejido duro con el tiempo.

Año	Autores	Título	Objetivos	Resultados	Conclusiones
				citocinas proinflamatorias hasta 10 días después del procedimiento de aclaramiento.	
2024	Bersezio et al.	One-year bleaching efficacy using two HP products with different pH: A double-blind randomized clinical trial (12).	Evaluar la eficacia del aclaramiento durante 1 año producida por dos geles de peróxido de hidrógeno con diferentes pH.	Durante los diferentes tiempos de evaluación, la variación del color fue similar para ambos productos, tanto para las valoraciones subjetivas como objetivas. Además, ambos productos mostraron un ligero repunte después de 12 meses del aclaramiento.	En cuanto a la estabilidad del color, el aclaramiento dental en el consultorio con dos geles de peróxido de hidrógeno de diferentes pH produjo resultados similares, sin regresión significativa, durante los 12 meses posteriores al procedimiento.
2024	Butera et al.	Effectiveness and stability of teeth whitening, a systematic review (4).	Evaluar la mayor eficacia del aclaramiento clínico, domiciliario y combinado con peróxido de hidrógeno o carbamida, también en relación con posibles recaídas y efectos secundarios (sensibilidad dental).	La mayoría de los estudios no encontraron ningún tratamiento más eficaz que los tratamientos propuestos; se ha demostrado que todos los tipos de decoloración son eficaces para cambiar de color; en los estudios que compararon el aclaramiento en consultorio y en casa, hubo una menor recurrencia del tratamiento con el uso de férulas caseras con gel de peróxido de carbamida. No hubo posiciones claras con respecto a la sensibilidad dental, que parecería ser mayor en el aclaramiento dental profesional en consultorio y combinado.	El aclaramiento es un tratamiento eficaz para el cambio de color del diente independientemente del tipo utilizado (concentraciones, tipo de gel y duración de las sesiones), aunque, en casa, parecería ser más eficaz con el tiempo. Sin embargo, es una característica clínica que puede generar riesgo de sensibilidad dental después del tratamiento.

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión de literatura desarrollada

7. DISCUSIÓN

A continuación, se desarrolla la discusión de la presente revisión de literatura, organizándola de manera de darle alcance a los objetivos específicos establecidos inicialmente.

Efectos del pH de los agentes de aclaramiento dental en la estructura del esmalte y la dentina

Los estudios revisados demostraron que el pH de los agentes de aclaramiento dental desempeñó un papel significativo en la integridad estructural del esmalte y la dentina, aunque sus efectos variaron dependiendo de factores como la concentración del peróxido, la duración de la aplicación, la técnica empleada y la presencia de coadyuvantes.

Trentino et al. (2015) identificaron que la disminución del pH durante el tratamiento se correlacionó con un aumento en la rugosidad y desgaste del esmalte, especialmente tras la abrasión simulada mediante cepillado (22). De manera similar, Soares et al. (2016) encontraron que geles con menor pH, como el Lase Peroxide Sensy II al 25%, generaron un desgaste significativo, evidenciando la vulnerabilidad del esmalte a ambientes ácidos en combinación con la acción del peróxido (24).

Otros estudios confirmaron que, aunque los geles ácidos pueden lograr eficacia estética, su uso frecuente o sin protección adecuada incrementa el riesgo de desmineralización. Balladares et al. (2019) comprobaron que los geles con pH ácido tendieron a disminuir su pH con el tiempo, especialmente cuando se utilizaban técnicas prolongadas de aplicación, lo que incrementó la permeabilidad del peróxido hacia la cámara pulpar (32). Contrariamente, geles con pH neutro o ligeramente alcalino mostraron menor penetración y menor potencial citotóxico. Esta diferencia también fue resaltada por Loguercio et al. (2017), quienes demostraron que los geles con pH neutro reducían la sensibilidad dental sin comprometer la eficacia del aclaramiento (3).

Entre los puntos fuertes identificados, se evidenció que los geles con pH neutro o estabilizado ofrecieron un balance más seguro entre eficacia y conservación de la estructura dental. Veneri et al. (2024) observaron que un pH neutro no solo mantuvo la eficacia del peróxido de hidrógeno al 35% sino que también evitó aumentos significativos en la rugosidad superficial del esmalte (42). A su vez, Motevasselian et al. (2023) confirmaron que la aplicación posterior de fluoruro después del uso de geles neutros ayudó a restaurar parcialmente la microdureza del esmalte, lo que sugiere una estrategia efectiva para mitigar daños colaterales (15).

Sin embargo, las limitaciones también fueron evidentes. Muchos estudios fueron *in vitro*, lo que limita la generalización directa a contextos clínicos. Coceska et al. (2016) y Fallahzadeh et al. (2024) advirtieron que los cambios en la microestructura del esmalte tras la exposición a peróxido, especialmente con activación láser o combinaciones experimentales, pueden ser reversibles solo bajo protocolos estrictos de remineralización, como el uso de chitosán-vidrio bioactivo o pastas remineralizantes (25), (16). Estos hallazgos abren un campo importante para estrategias de prevención y reparación post-aclaramiento.

En la comparación de los efectos del pH, los estudios de Bersezio et al. (2024) y Wijetunga et al. (2021) aportaron evidencia de que el pH más alto se asoció con resultados de aclaramiento estéticamente equivalentes, pero con menor impacto en la estructura dental (12), (11). Asimismo, la combinación de pH neutro con coadyuvantes como catalizadores poliméricos o dióxido de titanio, como lo propusieron Martins et al. (2022) y Cheng et al. (2024), mejoró la eficacia estética al tiempo que disminuyó la citotoxicidad y la alteración del esmalte (37), (44). Esto sugiere una tendencia hacia la innovación en formulaciones menos agresivas.

En contraste, estudios como los de Chen et al. (2021) alertaron que los geles de alta concentración, incluso con pH estabilizado, pueden inducir estrés oxidativo intracelular, lo cual genera dolor y apoptosis celular, subrayando la necesidad de monitorización cuidadosa de la concentración y tiempo de exposición (36). Por su parte, Peruchi et al. (2024) destacaron que el pretratamiento con imprimaciones que contenían tetrafluoruro de titanio ayudó a preservar la microdureza del esmalte y a

reducir la difusión de peróxido, lo que refuerza la necesidad de medidas protectoras adicionales (43).

Los efectos del pH de los agentes de aclaramiento sobre el esmalte y la dentina dependen de múltiples variables. Aunque el pH bajo puede acelerar la eficacia inicial del aclaramiento, se asocia frecuentemente con efectos adversos sobre la estructura dental. Por el contrario, el uso de geles con pH neutro o tamponado, junto con estrategias de remineralización y aplicación controlada, representa una alternativa más segura y sustentable a largo plazo.

Comparación de la eficacia de los agentes de aclaramiento dental según sus rangos de pH

La eficacia de los agentes de aclaramiento dental ha estado estrechamente relacionada con diversos factores, entre ellos la concentración del peróxido y el tiempo de exposición, pero también, como ha sido demostrado por múltiples estudios, con el rango de pH de las formulaciones. En este sentido, diferentes autores aportaron evidencia que permitió contrastar el comportamiento clínico y estético de los geles con pH ácido, neutro o alcalino, revelando matices importantes entre eficacia y seguridad.

Según Loguercio et al. (2017), el pH de los agentes aclaradores no afectó significativamente la eficacia del aclaramiento cuando se compararon geles ácidos y neutros utilizados en consultorio; ambos lograron el mismo grado de aclaramiento dental tras un seguimiento clínico de 30 días (3). De forma complementaria, Bersezio et al. (2024) reportaron que, a lo largo de un año, dos geles de peróxido de hidrógeno con diferente pH produjeron resultados similares en términos de cambio de color, lo que sugiere que el pH por sí solo no condicionó la efectividad estética (12). Estos hallazgos fueron respaldados por Veneri et al. (2024), quienes indicaron que tanto el peróxido de hidrógeno al 35% como al 40% lograron un aclaramiento efectivo, pese a que el primero tuvo un pH más estable y menos ácido que el segundo (42).

A pesar de la aparente independencia entre pH y eficacia en varios estudios clínicos, otros trabajos evidenciaron que ciertos valores de pH podrían potenciar el efecto del aclaramiento bajo condiciones específicas. Así lo demostraron Wijetunga et al. (2021), quienes comprobaron que un pH más alto en combinación con mayor tiempo de aplicación mejoró los resultados de aclaramiento tanto en sustratos orgánicos como en dientes bovinos manchados (11). Asimismo, Martins et al. (2022) mostraron que una formulación basada en polímeros y peróxido al 10%, combinada con irradiación LED, logró resultados estéticos equivalentes a geles de alta concentración, con un rango de pH más favorable para la estabilidad química del agente activo (37).

Entre los puntos fuertes de estas investigaciones, resaltó la consistencia metodológica en ensayos clínicos controlados que permitieron analizar la eficacia del aclaramiento en función del pH, al tiempo que se documentaron posibles efectos adversos. Estudios como los de Da Silva et al. (2023) y Balladares et al. (2019) confirmaron que geles con pH neutro o ligeramente alcalino mantuvieron la eficacia estética mientras reducían la penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, disminuyendo así el riesgo de efectos secundarios (40), (32). No obstante, la mayoría de los estudios se realizaron in vitro o bajo condiciones clínicas muy controladas, lo cual representó una limitación importante, ya que la respuesta del esmalte y la dentina puede variar en función de la fisiología individual, la hidratación del diente y el tipo de tinción presente.

Comparando la eficacia entre distintos rangos de pH, se observó que, aunque el peróxido de hidrógeno al 40% generó una mayor acidificación y potencial de aclaramiento, como se evidenció en el estudio de Veneri et al. (2024), su uso no resultó significativamente más eficaz que concentraciones ligeramente menores con pH más neutros (42). De hecho, Bernardi et al. (2022) destacaron que el gel al 37,5%, con un pH más estable, mostró menor penetración de peróxido en la cámara pulpar, sin afectar el cambio de color final (39). A su vez, estudios como los de Borges et al. (2015) comprobaron que la eficacia del aclaramiento aumentaba con la concentración del gel (el 35% mostró mayor eficacia que el 20%), sin afectar la

microdureza del esmalte, pero sin evaluar directamente el pH como factor aislado (19).

En relación con los riesgos y beneficios, se identificó que, aunque los geles con pH ácido pueden facilitar la penetración del agente activo y acelerar el proceso de aclaramiento, estos también han estado asociados con mayor sensibilidad dental, desmineralización y aumento de la rugosidad superficial del esmalte, como señalaron Trentino et al. (2015) (22) y Soares et al. (2016) (24). En contraste, los geles con pH neutro o tamponado ofrecieron un perfil de seguridad superior, reduciendo la citotoxicidad y la alteración estructural sin comprometer la eficacia, como lo demostraron estudios de Peruchi et al. (2024) y Cheng et al. (2024), quienes combinaron estrategias de recubrimiento del esmalte o el uso de aditivos catalíticos como el dióxido de titanio (43), (44).

Aunque el rango de pH no definió por completo la eficacia del aclaramiento dental, sí moduló la estabilidad del peróxido y la respuesta del tejido dental frente al tratamiento. Los agentes con pH neutro o alcalino mostraron eficacia comparable a los ácidos, pero con menor impacto negativo sobre los tejidos dentales. Por tanto, la elección del pH ideal no solo debe basarse en el resultado estético inmediato, sino también en una evaluación integral del riesgo biológico, la recurrencia del procedimiento y la salud bucodental a largo plazo.

Efectos adversos y toxicidad de los agentes de aclaramiento dental según su pH

La literatura revisada mostró con claridad que la toxicidad y los efectos adversos asociados a los agentes de aclaramiento dental están influenciados de manera significativa por el pH de las formulaciones, además de otros factores como la concentración del peróxido, la duración del procedimiento y las condiciones clínicas en que se realiza.

Si bien la eficacia estética de muchos geles aclaradores no dependió directamente del pH, los estudios coincidieron en que valores ácidos potencializaron eventos indeseables a nivel estructural y biológico.

Trentino et al. (2015) revelaron que los geles con pH más bajo aumentaron la rugosidad superficial y el desgaste del esmalte, especialmente después de la fricción mecánica del cepillado, lo que evidenció un efecto erosivo adicional inducido por la acidez (22). Soares et al. (2016) corroboraron esta tendencia al encontrar que los geles con menor pH incrementaron significativamente el desgaste del esmalte bovino, incluso en ausencia de grabado ácido, lo que sugiere que el medio ácido por sí mismo debilitó la superficie dental (24). A nivel pulpar, Balladares et al. (2019) demostraron que los geles ácidos presentaron una mayor penetración de peróxido de hidrógeno hacia la cámara pulpar, especialmente cuando se utilizaron técnicas de aplicación prolongadas, lo que elevó el riesgo de toxicidad pulpar (32). De forma semejante, Donato et al. (2024) indicaron que altas concentraciones de peróxido con pH ácido fueron responsables de inflamación moderada a severa de la pulpa dental, así como del aumento de citocinas proinflamatorias incluso días después del procedimiento (14).

Estos efectos se vieron agravados por mecanismos celulares vinculados a la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), como lo señaló Chen et al. (2021), quienes comprobaron que los geles de peróxido con alta concentración y pH ácido indujeron la producción intracelular de ROS, activaron rutas de señalización asociadas al dolor y comprometieron la viabilidad de las células madre pulpares (36). Llena et al. (2019) complementaron esta visión al mostrar que, pese a contener concentraciones similares de peróxido, algunos productos con pH más ácido generaron una mayor respuesta citotóxica y difusión tisular, lo que llevó a necrosis severa en la pulpa coronal y radicular (33). Esta relación entre acidez y citotoxicidad también fue explorada por Peruchi et al. (2024), quienes destacaron que el uso de una imprimación con tetrafluoruro de titanio antes del gel aclarador al 35% redujo la citotoxicidad y mejoró la viabilidad celular, subrayando el valor protector de agentes tamponadores o recubrimientos previos (43).

No obstante, varios estudios también presentaron limitaciones metodológicas que deben considerarse al interpretar estos hallazgos. Una de las principales fortalezas fue la diversidad de modelos experimentales, tanto in vitro como in vivo, que permitió analizar la toxicidad desde diferentes perspectivas biológicas y clínicas.

Sin embargo, muchos trabajos, como los de Coceska et al. (2016) o Costa et al. (2021), utilizaron modelos con dientes bovinos o simulaciones computacionales que, si bien permiten un control preciso de variables, no reflejan por completo la complejidad de las condiciones orales humanas (25), (35). Además, la falta de estandarización en los tiempos de aplicación, los métodos de activación del peróxido o la formulación exacta de los productos comerciales dificultó la comparación directa entre estudios.

Al comparar los efectos adversos entre distintos rangos de pH, se observó que los geles con pH neutro o tamponado, como los evaluados por Loguercio et al. (2017) y Bersezio et al. (2024), lograron mantener la eficacia estética del aclaramiento sin incrementar los niveles de sensibilidad ni generar daño tisular notable (3), (12). Por otro lado, geles ácidos como los analizados por Chen et al. (2021) y Balladares et al. (2019) evidenciaron un mayor potencial para inducir dolor, inflamación y daño irreversible en la pulpa dental (36), (32). Estas diferencias también fueron observadas por Da Silva et al. (2023), quienes concluyeron que los geles con pH más equilibrado limitaron la difusión transdentaria de peróxido, reduciendo así la exposición pulpar (40).

En cuanto al análisis de riesgos y beneficios, se determinó que, si bien los agentes con pH ácido pueden acelerar la degradación del peróxido y acortar el tiempo de exposición necesario para lograr un cambio de color, estos beneficios estéticos inmediatos fueron frecuentemente contrarrestados por el aumento en la agresividad química sobre los tejidos dentales.

En contraste, los agentes de pH neutro o alcalino ofrecieron una opción más segura a largo plazo, particularmente cuando se utilizaron en combinación con estrategias coadyuvantes, como las imprimaciones poliméricas descritas por Peruchi et al. (2024) (43) o los catalizadores basados en dióxido de titanio mencionados por Cheng et al. (2024), que redujeron la toxicidad sin comprometer el resultado cosmético (44).

El pH de los agentes de aclaramiento dental constituyó un determinante importante de la toxicidad y los efectos adversos asociados a estos tratamientos. Mientras que los geles con pH ácido presentaron un mayor riesgo de alteración estructural y biológica de los tejidos dentales, los formulados con pH neutro o tamponado, especialmente cuando se combinaron con tecnologías innovadoras, demostraron una mejor relación riesgo-beneficio. Esta evidencia refuerza la necesidad de elegir productos con perfiles bioquímicos seguros y protocolos clínicos que minimicen la exposición tisular sin sacrificar los resultados estéticos.

8. CONCLUSIONES

La presente revisión de literatura permitió establecer que el pH de los agentes de aclaramiento dental desempeña un papel determinante tanto en su eficacia clínica como en la generación de efectos adversos y alteraciones estructurales en el esmalte y la dentina. Aunque la mayoría de los geles evaluados lograron resultados estéticos satisfactorios, la evidencia mostró que el rango de pH influyó significativamente en la seguridad del procedimiento y en el mantenimiento de la integridad de los tejidos dentales.

En primer lugar, se observó que los agentes con pH neutro o ligeramente alcalino mantuvieron una eficacia comparable a la de los productos con pH ácido, sin comprometer el resultado estético del aclaramiento dental. Esta equivalencia en eficacia, respaldada por estudios clínicos y experimentales, pone de manifiesto que no es necesario recurrir a formulaciones ácidas para lograr cambios significativos en el color dental, lo cual abre la posibilidad de adoptar alternativas más seguras en la práctica odontológica.

En segundo lugar, los productos con pH ácido se asociaron a un mayor riesgo de alteraciones en la microestructura del esmalte, incluyendo aumento de la rugosidad superficial, pérdida de minerales y disminución de la microdureza. Además, se evidenció una mayor penetración del peróxido de hidrógeno en la cámara pulpar, lo que incrementó la toxicidad celular, la inflamación tisular y la sensibilidad dental. Estos hallazgos alertan sobre la necesidad de controlar rigurosamente el pH de los agentes de aclaramiento, especialmente aquellos utilizados en consultorio y con altas concentraciones de peróxido.

En tercer lugar, la toxicidad inducida por los agentes de aclaramiento se explicó en gran medida por la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo cual comprometió la viabilidad de las células pulpares y promovió la necrosis en exposiciones prolongadas o con productos altamente concentrados. No obstante, estrategias como la aplicación de imprimaciones poliméricas, el uso de aditivos como el dióxido de titanio o el empleo de fuentes de luz fría, demostraron disminuir

estos efectos, constituyéndose en alternativas bioseguras para mejorar el perfil clínico de los procedimientos.

Por último, se halló que, si bien el aclaramiento dental es un procedimiento eficaz y conservador desde el punto de vista estético, su seguridad depende en gran medida del control del pH del agente utilizado. La adopción de geles con pH neutro o alcalino, combinados con protocolos clínicos cuidadosamente diseñados y técnicas complementarias de protección del esmalte y la pulpa, representa la vía más adecuada para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de esta práctica ampliamente demandada en odontología cosmética.

REFERENCIAS

1. Shobana G, Muthu Karuppaiah R, Garla BK, Taranath M, Palanivel Pandian R. Effect of Whitening Toothpastes on Extrinsic Dental Stains. *Journal of Advanced Oral Research*. 2019 Apr; 10(1): p. 19-23.
2. Baldea J, Olteanu DE, Filip AG, Cenariu M, Dudea D, Tofan A, et al. Toxicity and efficiency study of plant extracts-based bleaching agents. *Clinical Oral Investigations*. 2017 may; 21(1): p. 1315-1326.
3. Loguercio AD, Servat F, Stanislawczuk R, Mena-Serrano A, Rezende M, Prieto MV, et al. Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clinical of Oral Investigation*. 2017 Dic.; 21(9): p. 2811-2818.
4. Butera A, Maiorani C, Rederiene G, Checchi S, Nardi GM. Effectiveness and stability of teeth whitening, a systematic review. *Bioengineering*. 2024 Nov; 11(12): p. 1178.
5. Serraglio CR, Zanella L, Dalla-Vecchia KB, Rodrigues-Junior SA. Efficacy and safety of over-the-counter whitening strips as compared to home-whitening with 10 % carbamide peroxide gel--systematic review of RCTs and metanalysis. *Clinical Oral Investigation*. 2016 Jan; 20(1): p. 1-14.
6. Rodrigues de Freitas M, Mathias de Carvalho M, Liporoni PCS, Borges AC, de Morais e Moura R, Ferreira R. Effectiveness and Adverse Effects of Over-the-Counter Whitening Products on Dental Tissues. *Frontiers in Dental Medicine*. 2021 Jun; 2(687507): p. 1-9.
7. Pecho OE, Martos J, Pinto KVA, Pinto KVA, Baldissera RA. Effect of hydrogen peroxide on color and whiteness of resin-based composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2019 Mar; 31(2): p. 132-139.
8. Jin Y, Paranhos KS, Salamone A, Bongiorno W, Brizuela M. Internal Tooth Whitening. *StatPearls [Internet]*. 2024 May.
9. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*. 2017 Dec; 67S(S3-S10).

10. Ito Y, Otsuki M, Tagami J. Effect of pH conditioners on tooth bleaching. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2019 Feb; 5(3): p. 212-218.
11. Wijetunga CL, Otsuki M, Hiraishi N, Luong MN, Tagami J. Effect of pH of bleaching agent on tooth bleaching action in vitro. *Dental Materials Journal*. 2021; 40(3): p. 566-572.
12. Bersezio C, Martín J, Prieto MV, Meneses P, Angel P, Fernández EG, et al. One-year bleaching efficacy using two HP products with different pH: A double-blind randomized clinical trial. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024 Sep; 31(5): p. 493-499.
13. Alqahtani M. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*. 2015 Apr; 26(2): p. 33-46.
14. Donato MV, Dos Reis-Prado AH, Abreu LG, de Arantes LC, Goto J, Chaves HG, et al. Influence of dental bleaching on the pulp tissue: A systematic review of in vivo studies. *International Endodontic Journal*. 2024 Jun; 57(6): p. 630-654.
15. Motevasselian F, Kermanshah H, Dortaj D, Lippert F. Effect of pH of In-Office Bleaching Gels and Timing of Fluoride Gel Application on Microhardness and Surface Morphology of Enamel. *International Journal of Dentistry*. 2023 Sep; 2023(1041889).
16. Fallahzadeh F, Nouri F, Rashvand E, Heidari S, Najafi F, Soltanian N. Enamel changes of bleached teeth following application of an experimental combination of chitosan-bioactive glass. *BMC Oral Health*. 2024 Apr; 24(1).
17. Escobar Triana J, Aristizabal Tobler C. Los principios en la bioética: fuentes, propuestas y prácticas múltiples. Universidad El Bosque. *Revista Colombiana de Bioética*. 2011 Noviembre; 6(Especial).
18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*. 2009 Julio; 6(7).

19. Borges AB, Zanatta RF, Barros AC, Silva LC, Pucci CR, Torres CR. Effect of Hydrogen Peroxide Concentration on Enamel Color and Microhardness. *Operative Dentistry*. 2015; 40(1).
20. Yu H, Zhang CY, Cheng SL, Cheng H. Effects of bleaching agents on dental restorative materials: A review of the literature and recommendation to dental practitioners and researchers. *Journal of Dental Sciences*. 2015 Jul; 10(4).
21. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2015 May; 27(1): p. 240-257.
22. Trentino AC, Soares AF, Duarte MA, Ishikiriyama SK, Mondelli RF. Evaluation of pH Levels and Surface Roughness After Bleaching and Abrasion Tests of Eight Commercial Products. *Photomedicine Laser Surgery*. 2015 Jul; 33(7): p. 372-377.
23. Serraglio CR, Zanella L, Dalla-Vecchia KB, Rodrigues-Junior SA. Efficacy and safety of over-the-counter whitening strips as compared to home-whitening with 10 % carbamide peroxide gel--systematic review of RCTs and metanalysis. *Clinical Oral Investigations*. 2016 Jan; 20(1): p. 1-14.
24. Soares AF, Bombonatti JF, Alencar MS, Consolmagnò EC, Honório HM, Mondelli RF. Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on surface wear of bovine enamel. *Journal of Applied Oral Science*. 2016 Jan./Feb.; 24(1): p. 24-30.
25. Coceska E, Gjorgievska E, Coleman NJ, Gabric D, Slipper IJ, Stevanovic M, et al. Enamel alteration following tooth bleaching and remineralization. *Journal of Microscopy*. 2016 Jun; 262(3): p. 232-244.
26. Zanolla J, Marques A, da Costa DC, de Souza AS, Coutinho M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Australian Dental Journal*. 2017 Sep; 62(3): p. 276-282.
27. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, de Souza Costa CA. Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols. *Clinical Oral Investigation*. 2017 Nov; 21(8): p. 2509-2520.

28. Casado BG, Moraes SL, Souza G, Guerra C, Souto-Maior JR, Lemos CA, et al. Efficacy of Dental Bleaching with Whitening Dentifrices: A Systematic Review. *International Journal of Dentistry*. 2018 Oct; 2018(7868531).
29. Benetti F, Araújo CA, de Oliveira Gallinari M, Miyuki Terayama A, Fraga Briso AL, de Castilho Jacinto R, et al. Influence of different types of light on the response of the pulp tissue in dental bleaching: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*. 2018 May; 22(4): p. 1825-1837.
30. Zavala-Alonso NV, Ramírez-González JH, Ramírez-Vergara M, Roque-Márquez JG, Silva-Herzog FD. Characterization of Enamel After the Use of Oral Hygiene Auxiliaries with Whiteners. *Odvotos International Journal of Dental Sciences*. 2019 Sep./Dec.; 21(3).
31. Alshammery S. Evaluation of Light Activation on In-office Dental Bleaching. *Journal of Contemporary Dentistry*. 2019; 20(11): p. 1355–1360.
32. Balladares L, Alegría-Acevedo LF, Montenegro-Arana A, Arana-Gordillo LA, Pulido C, Salazar-Gracez MT, et al. Effects of pH and Application Technique of In-office Bleaching Gels on Hydrogen Peroxide Penetration into the Pulp Chamber. *Operative Dentistry*. 2019 Nov/Dec; 44(6): p. 659-667.
33. Llana C, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Martínez CM, Moraleda JM, et al. Comparison of diffusion, cytotoxicity and tissue inflammatory reactions of four commercial bleaching products against human dental pulp stem cells. *Scientific Reports*. 2019 May; 9(1).
34. Estay J, Angel P, Bersezio C, Tonetto M, Jorquera G, Peña M, et al. The change of teeth color, whiteness variations and its psychosocial and self-perception effects when using low vs. high concentration bleaching gels: a one-year follow-up. *BMC Oral Health*. 2020 Sep; 20(255).
35. Costa D, Meireles A, Ferreira J, Alcântara P, Torres L, Frazão Câmara J, et al. Microabrasion effect on enamel susceptibility to penetration of hydrogen peroxide: an experimental and computational study. *Odontology*. 2021 Oct; 109(4): p. 770-778.

36. Chen C, Huang X, Zhu W, Ding C, Huang P, Li R. H₂O₂ gel bleaching induces cytotoxicity and pain conduction in dental pulp stem cells via intracellular reactive oxygen species on enamel/dentin disc. *PLoS One*. 2021 Sep; 16(9).
37. Martins BV, Ferreira M, de Oliveira Ribeiro RA, Leite ML, Hebling J, de Souza Costa CA. Innovative strategy for in-office tooth bleaching using violet LED and biopolymers as H₂O₂ catalysts. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2022 Jun; 38(1).
38. Irusa K, Alrahaem IA, Ngoc CN, Donovan T. Tooth whitening procedures: A narrative review. *Dentistry Review*. 2022 Sep; 2(3).
39. Bernardi LG, Favoreto MW, Carneiro TS, Mena-Serrano A, Borges CP, Reis A, et al. Use of an applicator brush with high concentration bleaching gels. *Clinical Oral Investigations*. 2022 Oct; 26(10): p. 6387-6395.
40. da Silva KL, Favoreto MW, Centenaro GG, Bernardi LG, Borges CP, Reis A, et al. Can all highly concentrated in-office bleaching gels be used as a single-application? *Clinical Oral Investigations*. 2023 Jul; 27(7): p. 3663-3671.
41. Jin Y, Paranhos KS, Salamone A, Bongiorno W, Brizuela M. Internal Tooth Whitening. *StatPearls [Internet]*. 2024 May.
42. Veneri F, Cavani F, Bolelli G, Checchi V, Bizzi A, Setti G, et al. In Vitro Evaluation of the Effectiveness and pH Variation of Dental Bleaching Gels and Their Effect on Enamel Surface Roughness. *Dentistry Journal*. 2024 Dec; 12(12).
43. Peruchi V, Ribeiro RA, Mendes Soares IP, Oliveira Fernandes L, de Oliveira JR, Pires ML, et al. Influence of coating dental enamel with a TiF₄-loaded polymeric primer on the adverse effects caused by a bleaching gel with 35% H₂O₂. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2024 May; 153(1).
44. Cheng YL, Zhong BJ, Su C, Lu ZC, Yu H. Enhanced tooth bleaching with a hydrogen peroxide/titanium dioxide gel. *BMC Oral Health*. 2024 Aug; 24(923).
45. Barbosa LM, Amâncio Filha MB, Leite JV, Santos JV, De Medeiros JM, De Oliveira IL, et al. Over-the-counter products in tooth bleaching: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2024 Jun; 145(104989).

46. Favoreto MW, Parreiras SO, Wendlinger M, Carneiro TS, Lenhani MI, Ferreira CP, et al. Evaluation of hydrogen peroxide permeability, color change, and physical-chemical properties on the in-office dental bleaching with different mixing tip. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024 Mar; 36(3): p. 460-468.
47. Vardasca IS, Favoreto MW, de Araujo Regis M, de Souza Carneiro T, Hul EA, Borges CP, et al. Low and high hydrogen peroxide concentrations of in-office dental bleaching associated with violet light: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*. 2024 Feb; 28(3).
48. Centenaro GG, Favoreto MW, Cordeiro DC, Carneiro TS, Basting RT, Reis A, et al. Effect of a brush tip on in-office bleaching gels in an attachable syringe: Hydrogen peroxide penetration, bleaching efficacy and amount of gel expended. *Journal of Dentistry*. 2024 Sep; 148(105239).