



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

EFECTO DE LA ALTITUD
GEOGRÁFICA EN LA DIFERENCIA DE
COLOR DEL ESMALTE DENTAL
HUMANO EXPUESTO A PERÓXIDO DE
HIDRÓGENO AL 35 % CON Y SIN
ACTIVACIÓN POR LUZ: ESTUDIO IN
VITRO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN
ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y
ESTÉTICA

ZENAIDA MOTTA FLOREZ

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

MG. LEYLA ANTOINETTE DELGADO COTRINA

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. LILIAN DENISSE DAMIAN NAVARRO

PRESIDENTE

MG. PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

VOCAL

MG. NATALI CHAVEZ VERAU

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A mi esposo Mauricio, por su apoyo constante, su comprensión y el tiempo que me brindó a lo largo de esta tesis.

A mi madre, por su apoyo incondicional.

A la memoria de mi padre, cuyo ejemplo y enseñanzas me acompañan.

AGRADECIMIENTOS.

A mi asesora, por su paciencia, orientación, motivación y el tiempo dedicado a este portafolio.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	MOTTA FLOREZ ZENAIDA

(Agregar filas adicionales si hay más autores)

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN ESPECIALIDAD**, autores del trabajo titulado: **EFFECTO DE LA ALTITUD GEOGRÁFICA EN LA DIFERENCIA DE COLOR DEL ESMALTE DENTAL HUMANO EXPUESTO A PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 35 % CON Y SIN ACTIVACIÓN POR LUZ: ESTUDIO IN VITRO**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA CON MENCIÓN EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA Y ESTÉTICA** bajo la modalidad de **PORTAFOLIO**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	DELGADO COTRINA LEYLA ANTOINETTE	FAEST	MAESTRÍA

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **13%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **2827570461**; fecha de entrega: **25-11-2025**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 25 de noviembre de 2025**



Firma del asesor
N° DNI: 10193841
ORCID: 0000-0002-3027-178X

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	DESARROLLO DE LOS TRABAJOS	3
	2.1 Docencia universitaria estomatológica	3
	2.2 Análisis crítico de literatura estomatológica	10
	2.3 Proyecto de Investigación en estomatología	27
III.	CONCLUSIONES	50
IV.	RECOMENDACIONES	51
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
VI.	ANEXOS	

RESUMEN

Introducción: En odontología estética, el blanqueamiento dental en dientes vitales representa un procedimiento efectivo para aclarar el color de los dientes. Evaluar críticamente la evidencia científica y determinar factores moduladores como la altitud geográfica resulta fundamental para optimizar los protocolos clínicos, constituyendo este el objetivo del presente portafolio. **Desarrollo temático:** el presente portafolio aborda el tema de manera integrada mediante tres unidades: docencia universitaria estomatológica, análisis crítico de literatura y proyecto de investigación. **Conclusiones:** El portafolio consolida competencias docentes e investigativas; el sílabo proporciona una ruta didáctica para reconocer las técnicas de blanqueamiento dental en dientes vitales con una personalización según la necesidad de cada paciente, mostrando una secuencia del diagnóstico al tratamiento, pautas de seguridad y criterios de evaluación; el análisis crítico fortalece la lectura de evidencia identificando fortalezas y limitaciones (riesgo de sesgo, heterogeneidad) y se sintetizaron las implicancias clínicas. Finalmente, el protocolo propuesto busca aportar datos sobre el papel de la altitud y la fotoactivación en la eficacia del blanqueamiento, con potencial impacto en la toma de decisiones clínicas y la necesidad de adaptar protocolos en estos contextos.

PALABRAS CLAVE

BLANQUEAMIENTO DENTAL, PERÓXIDO DE HIDRÓGENO, LUZ,
ALTITUD

ABSTRACT

Introduction: In aesthetic dentistry, vital tooth bleaching represents an effective procedure for lightening tooth color. A critical evaluation of the scientific evidence and the determination of modulating factors, such as geographic altitude, are essential for optimizing clinical protocols. This constitutes the objective of the present portfolio. **Thematic Development:** This portfolio addresses the topic in an integrated manner through three units: university-level dental education, critical analysis of the literature, and a research project. **Conclusions:** The portfolio consolidates teaching and research competencies. The syllabus provides a didactic pathway for recognizing vital tooth bleaching techniques, customized according to each patient's needs, and outlines a sequence from diagnosis to treatment, including safety guidelines and evaluation criteria. The critical analysis strengthens the ability to read evidence by identifying strengths and limitations (e.g., risk of bias, heterogeneity), and the clinical implications were synthesized. Finally, the proposed protocol aims to provide data on the role of altitude and photoactivation in bleaching efficacy, with potential impact on clinical decision-making and the need to adapt protocols in these contexts.

KEYWORDS

TOOTH BLEACHING, HYDROGEN PEROXIDE, LIGHT, ALTITUDE

I. INTRODUCCIÓN

La odontología estética en los últimos años ha adquirido una creciente relevancia por la demanda de tratamientos mínimamente invasivos capaces de mejorar de forma segura el color dental. En este sentido, el blanqueamiento con peróxido de hidrógeno se ha convertido en un recurso eficaz cuando se ejecuta con criterios diagnósticos claros y medidas de bioseguridad. Este portafolio integra la formación docente, lectura crítica de una revisión sistemática acerca de blanqueamiento dental y el diseño de una investigación aplicada, uniendo la teoría, con la práctica clínica y el método científico.

En la elaboración del sílabo está orientado a las competencias que guían al estudiante de una manera estructurada desde el diagnóstico de las discromías dentales, el registro del color, estrategias para prevenir y atender la sensibilidad dental, hasta la selección de un protocolo de blanqueamiento dental según las necesidades de cada paciente; incorporando los criterios de aprendizaje como clase magistral, discusión de casos y lecturas guiadas. Este enfoque favorece decisiones clínicas basadas en conocimiento científico.

El análisis crítico de la literatura aplicando la guía PRISMA y la lista de verificación CASPe para revisiones sistemáticas, permitió evaluar la calidad metodológica en el artículo de Butera et al. (2024). Este análisis desarrolló habilidades para valorar la calidad de la evidencia científica, y la transparencia del reporte, relacionados con la heterogeneidad de los


estudios incluidos y el control de sesgos. Interpretando los resultados con cautela, en temas como la eficacia comparativa de los diferentes protocolos de blanqueamiento y al manejo de los posibles efectos secundarios.

Finalmente, el proyecto de investigación propone un estudio in vitro que explora las condiciones ambientales como la altitud geográfica, condición relevante en el Perú, que podría modificar el comportamiento del peróxido de hidrógeno comparando la activación con y sin Luz y cuantificando esta respuesta mediante el sistema CIEDE2000. El objetivo de este proyecto es generar evidencia que complemente la literatura disponible y aporte nuevos conocimientos para optimizar los protocolos clínicos.

En conjunto, este portafolio integra docencia, evidencia científica y proyecto de investigación que está orientado hacia la práctica clínica para decisiones más seguras y efectivas en el blanqueamiento dental.

II. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

2.1 Docencia universitaria estomatológica

 UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN “WILSON DELGADO”
SÍLABO

I. DATOS GENERALES		
1.1	Nombre de la asignatura	Blanqueamiento dental en dientes vitales
1.2	Código	E001
1.3	Carrera(s)	Estomatología
1.4	Semestre Académico	2025-II
1.5	Tipo de la asignatura	Electivo
1.6	Prerrequisitos	Ninguno
1.7	Créditos	Crédito 2 Horas Teóricas: 15 horas Horas Prácticas: 12 horas Estudio independiente: 20 horas
1.8	Duración	Del: 02 de octubre Al: 11 de noviembre
1.9	Profesor coordinador	Esp. Zenaida Motta Florez [REDACTED]

II. SUMILLA

La asignatura Blanqueamiento dental en dientes vitales es de naturaleza teórico-práctica y corresponde al área de formación de especialidad. Tiene como propósito comprender y ejecutar las técnicas de blanqueamiento dental en dientes vitales. Comprende los siguientes contenidos: etiología de las alteraciones de color, agentes blanqueadores y registro de color, técnicas de blanqueamiento dental y complicaciones asociadas al blanqueamiento dental.

La asignatura se sustenta en las normativas vigentes que regulan el uso seguro de agentes blanqueadores y en la creciente demanda estética dentro de la práctica odontológica actual. Estos factores aseguran que el curso mantenga pertinencia clínica, actualidad científica y coherencia con las exigencias del entorno profesional.

III. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al término del curso, el participante será capaz de:

- Conocer la etiología y apariencia de las alteraciones de color en la estructura dentaria.
- Comprender los principios biológicos y químicos de los agentes blanqueadores.
- Aplicar las diferentes técnicas de blanqueamiento dental según las condiciones dentales de cada paciente.
- Reconocer los efectos adversos asociados al blanqueamiento dental y tratar la sensibilidad dental antes, durante y después de los tratamientos.

IV. CONTENIDOS

UNIDAD 1: Etiología de las alteraciones de color.

- Factores etiológicos.
- Cambios de coloración de la estructura dentaria, intrínsecas y extrínsecas.

UNIDAD 2: Agentes blanqueadores y registro de color

- Principales agentes blanqueadores: peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida.
- Mecanismo de acción: reacciones de óxido-reducción.
- Factores que influyen en la eficacia del blanqueamiento.
- Determinación y registro del color dental: escala Vita Classical y Vita Bleached guide 3D-MASTER®. espectrofotómetro VITA Easyshade® Advance.

UNIDAD 3: Técnicas de blanqueamiento dental

- Blanqueamiento en consultorio (in-office bleaching).

- Blanqueamiento casero supervisado por el odontólogo (home bleaching).
- Blanqueamiento mixto (combinado).
- Indicaciones específicas en casos de discromías resistentes.

UNIDAD 4: Complicaciones asociadas al blanqueamiento dental

- Efectos adversos frecuentes: sensibilidad dental, irritación gingival y de tejidos blandos por contacto con el agente blanqueador.
- Terapias para disminuir la sensibilidad asociada al blanqueamiento dental.
- Controles e indicaciones post-blanqueamiento dental.

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

La asignatura desarrolla sesiones teóricas con clases magistrales en donde se impartirán los conceptos teóricos, lectura guiada, vía plataforma zoom, presenciales para la parte práctica con pacientes asignados y una discusión de casos clínicos. Las metodologías para las sesiones de aprendizaje son:

- Sesiones teóricas o clases magistrales
- Aprendizaje basado en casos
- Lectura guiada
- Debate
- Demostraciones

VI. EVALUACIÓN

La evaluación se llevará a cabo de manera virtual y presencial e incluye prácticas en pacientes.

La evaluación sumativa se realizará durante las actividades de la práctica clínica, presentación de caso clínico, examen parcial y al final del curso con una evaluación final con las calificaciones correspondientes.

(Actividad o producto de aprendizaje)	(Peso)
Unidades 1 y 2 Evaluación teórica escrita (examen parcial o prueba corta) sobre etiología de discromías, clasificación, registro del color y mecanismos de acción de los agentes blanqueadores.	20%
Unidades 3 y 4 Presentación de caso clínico (individual) donde el participante: Realice diagnóstico y registro de color. Seleccione el agente blanqueador más adecuado. Proponga la técnica clínica indicada.	40%

Establezca un plan de manejo de posibles complicaciones. Se evaluará: razonamiento clínico, justificación teórica, aplicación práctica y calidad de la presentación.	
Evaluación final teórica	40%
TOTAL	100%

CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA LA APROBACIÓN DEL CURSO:

La evaluación se realizará durante el desarrollo del curso. La asistencia a las prácticas clínicas es obligatoria portando los materiales e instrumentos solicitados, así como acudir puntualmente en las fechas y horas programadas.

Son criterios para la aprobación del curso:

1. Para obtener un promedio aprobatorio, el participante debe completar todas las actividades programadas en clínica y teorías.
2. La nota final del curso se obtendrá del promedio ponderado de las notas de las actividades sumativas.

La nota final se expresa en escala vigesimal, con valores de dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediata superior o inferior. La nota mínima aprobatoria es once (11.00).

La calificación final se expresa en escala vigesimal, con valores de dos decimales. No hay redondeo a la cifra inmediata superior o inferior. La calificación mínima aprobatoria es once (11.00).

EQUIVALENCIA	
1.0 – 10.99	Desaprobado
11.00 – 20.00	Aprobado


Importante: En los casos que durante la evaluación se pierda la conectividad deberá enviar su justificación al coordinador del curso con copia a la Secretaría Académica de la Facultad de Estomatología.



VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Perdigão J, editor. Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective. 2ª ed. Cham: Springer; 2023.
2. Torres CRG, Leite GA, Moura MM, de Paula AM, editors. Clinical and Laboratory Standards in Esthetic Dentistry. São Paulo: Santos Editora Científica; 2021.
3. Kurauchi M, Sato Y, Tanishiro H, Morita R, Otsuki M, Kaneko J, Tsubaki T, Yoshida B, Aso K, Murakami M, Kondoh M. A Japanese concept of considerations for evaluation of dental materials for tooth bleaching. Jpn Dent Sci Rev. 2023 Dec;59:23-27.
4. Gómez-Polo C, Lobato Carreño M, Martín Casado AM, González Jimenez E, Portillo Muñoz M. Randomised clinical trial to compare the efficacy of dental whitening with 37.5 % Hydrogen Peroxide gel and 6 % Hydrogen Peroxide whitening strips. J Dent. 2025 Mar;154:105589.
5. Kiyuna RC, Martins LM, Hanzen TA, Reis A, Loguercio AD, Silva LM. Comparison of the Effect of Agitation on Whitening and Tooth Sensitivity of In-Office Bleaching: A Randomized Clinical Trial. Oper Dent. 2021 Mar 1;46(2):143-150.
6. Dias S, Casqueiro L, Pereira R, Silveira J, Mata A, Marques D. Hydrogen Peroxide Diffusion through Dental Tissues-In Vitro Study. Materials (Basel). 2023 Aug 10;16(16):5552.
7. Butera A, Maiorani C, Rederiene G, Checchi S, Nardi GM. Evaluation of the Effectiveness of Different Types of Professional Tooth Whitening: A Systematic Review. Bioengineering (Basel). 2024 Nov 21;11(12):1178
8. de Melo PBG, Souza LVS, Maia LC, Marañón-Vásquez GA, Kury M, Cavalli V. Effect of the reduction in the exposure time to at-home bleaching gel on color change and tooth sensitivity: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. 2024 Dec 3;28(12):679.
9. Terra RMO, Favoreto MW, Morris T, Loguercio AD, Reis A. Effect of at-home bleaching agents and concentrations on tooth sensitivity: A systematic review and network meta-analysis. J Dent. 2025 Sep;160:105891
10. Aragão WAB, Chemelo VS, Alencar CM, Silva CM, Pessanha S, Reis A, Souza-Rodrigues RD, Lima RR. Biological action of bleaching agents on tooth structure: A review. Histol Histopathol. 2024 Oct;39(10):1229-1243.

VIII. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombre	Apellidos	Correo electrónico
Esp. Cd	Zenaida	Motta Florez	

VIII. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

N° de Sesión	Fecha	Horario	Contenido	Actividades de aprendizaje	Docente
1	Jueves 02/10	7:00 pm a 10:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> ● Presentación del curso. ● Conceptos teóricos de blanqueamiento dental. ● Clasificación de las discromías dentales. ● Factores etiológicos intrínsecos-extrínsecos de las discromías. Lectura 1: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11672885/	Clase magistral – virtual	Esp. Zenaida Motta Florez
2	Viernes 03/10	7:00 pm a 10:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> ● Agentes blanqueadores: peróxido de hidrógeno y carbamida. ● Técnicas de blanqueamiento de consultorio, casero y mixto. ● Discusión guiada de lectura asignada. 	Clase magistral – virtual Debate	Esp. Zenaida Motta Florez
3	Jueves 09/10	7:00 pm a 10:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> ● Paso corto. ● Técnicas de registro de color, VITA, bleach, espectrofotómetro VITA Easyshade® Advance. Lectura 2: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12152	Evaluación sumativa Clase magistral – virtual	Esp. Zenaida Motta Florez
4	Viernes 10/10	7:00 pm a 10:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> ● Complicaciones asociadas al blanqueamiento dental. ● Efectos adversos frecuentes. ● Terapias para disminuir la sensibilidad asociada al blanqueamiento dental. ● Controles e indicaciones post-blanqueamiento dental. ● Discusión guiada de lectura asignada. 	Clase magistral – virtual Debate	Esp. Zenaida Motta Florez
5	Viernes 17/10	9:00 am - 1:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> ● Selección de pacientes. ● Registro de color inicial con escala Vita, y espectrofotómetro. ● Determinar el potencial de sensibilidad dentaria. 		Esp. Zenaida Motta Florez

			<ul style="list-style-type: none"> • Terapias asociadas en el tratamiento de sensibilidad dental. • Primera sesión de blanqueamiento, entrega de cubetas de blanqueamiento. • Indicaciones. • Registro de casos. 	Práctica clínica y demostración- Presentación de caso	
6	Viernes 24/10	9:00 am - 1:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del color, sensibilidad dental y estado gingival. • Segunda sesión blanqueamiento. • Indicaciones. • Registro de casos. 	Práctica clínica	Esp. Zenaida Motta Florez
7	Viernes 31/10	9:00 am - 1:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del color, sensibilidad dental y estado gingival. • Registro de color con escala Vita y espectrofotometría. • Indicaciones. • Registro de casos. • Discusión de casos. 	Práctica clínica Evaluación clínica	Esp. Zenaida Motta Florez
8	Viernes 07/11	7:00 pm a 10:00 pm	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión de casos. • Evaluación final. 	Clase virtual Evaluación final sumativa	Esp. Zenaida Motta Florez

2.2 Análisis Crítico de literatura estomatológica

2.2.1 Información general

Información	Descripción
Título	Evaluación de la eficacia de diferentes tipos de blanqueamiento dental profesional : revisión sistemática
Autores	Andrea Butera, Carolina Maiorani , Gitana Rederiene , Stefano Checchi , Gianna Maria Nardi
Revista	Bioengineering
Año de Publicación	2024
País	Suiza
Tipo de estudio	Revisión sistemática
Objetivo:	
Evaluar la efectividad del blanqueamiento dental en el consultorio y ambulatorio . Evaluar la sensibilidad dental y la recidiva del color.	
Metodología:	
Se realizó una revisión en las bases de datos PubMed/MEDLINE y Cochrane Library. La revisión sistemática fue registrada en PROSPERO (ID: 613248). En total, se evaluaron 30 artículos que cumplían con los criterios PICO para revisiones sistemáticas; y cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Para la valoración del sesgo, se utilizó la herramienta Cochrane RoB 1, junto con un sistema de codificación por colores. Sin embargo, no se especifica si la evaluación fue realizada de forma independiente por más de un autor, ni el procedimiento seguido para resolver posibles desacuerdos.	
Resultados:	
Se presenta una síntesis narrativa de los hallazgos de la revisión. Los agentes evaluados, tanto el peróxido de hidrógeno en diferentes concentraciones como el peróxido de carbamida, demostraron ser eficaces para el blanqueamiento dental, independientemente de la concentración empleada o del número de sesiones. Para la sensibilidad dental, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el tipo de tratamiento aplicado. Sin embargo, en los protocolos que incluyen luz LED se observó una tendencia a la reducción de la sensibilidad. Para los tratamientos ambulatorios, el agente blanqueador más utilizado fue el peróxido de carbamida al 10%, aunque solo un estudio reportó una mayor eficacia con esta concentración. Respecto al uso combinado (consultorio y ambulatorio), no se encontraron diferencias en la eficacia; no obstante, un artículo informó una mayor sensibilidad asociada a esta combinación.	
Conclusiones:	

Los tratamientos de blanqueamiento dental se basan fundamentalmente en el uso de geles de peróxido de hidrógeno y de carbamida. Los métodos disponibles comprenden el enfoque en consultorio, ambulatorio y combinado, cuya efectividad depende de factores como el tipo de gel, la concentración empleada y el tiempo de aplicación. En términos generales, todos los protocolos de blanqueamiento tienen resultados positivos; sin embargo, la evidencia sugiere que el blanqueamiento ambulatorio presenta una menor recidiva del color a lo largo del tiempo. Sin embargo, aún no existe un consenso definitivo respecto al enfoque óptimo ni sobre los niveles de sensibilidad que pueden presentarse con estos procedimientos.

2.2. 2. Calidad del Reporte: Declaración PRISMA 2020. Guía para la publicación de Revisiones sistemáticas:

Sección/ Tema	Ítem	Recomendación	Descripción	Pág.
Título				
Título	1	Identifica la publicación como una revisión sistemática.	SI Evaluación de la eficacia de diferentes tipos de blanqueamiento dental profesional : revisión sistemática.	1
Resumen				
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración.	SI Resumen estructurado. “ antecedentes /Objetivos”, “métodos (bases de datos, criterios)”, “resultados”, “conclusiones”.	1
Introducción				
Justificación	3	Describe la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	SI No menciona específicamente sin embargo en la página 2 último párrafo: “La efectividad relativa del blanqueamiento de consultorio frente al blanqueamiento casero sigue siendo incierta”.	2
Objetivos	4	Proporciona una declaración explícita de los objetivos o las	SI El objetivo se declara claramente en el resumen y de forma	3

		preguntas que aborda la revisión.	explícita en la sección "2.1. Pregunta focalizada".	
Métodos				
Criterios de elegibilidad	5	Especifica los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	SI La Sección 2.2 "Eligibility Criteria" detalla los tipos de estudios (ej. "Randomized clinical trial... observational studies, and in vitro studies"), participantes ("Healthy patients over 18..."), intervenciones (HP o CP) y los criterios de exclusión ("articles published before 2014 and reviews").	3
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultar por última vez.	SI Bases de datos electrónicas, PubMed/MEDLINE, y Cochrane library. Se especifican las bases de datos, pero no se informa la fecha exacta o el rango de fechas de la búsqueda.	3
Estrategia de búsqueda	7	Presenta las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	SI Parcialmente, solo se presenta una lista de palabras clave, no se proporcionan las cadenas de búsqueda completas con los operadores booleanos (AND, OR), lo que impide la replicación exacta del estudio.	3
Proceso de selección de los estudios	8	Especifica los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la	NO La Sección 2.4 "Screening and Selection of Articles" es vaga en este punto. Indica que "a single author", eliminó duplicados y que "The same authors"	

		revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	examinaron los textos, pero no aclara si el cribado de títulos y resúmenes fue realizado por al menos dos autores de forma independiente ni cómo se resolvieron los desacuerdos.	
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	NO En la sección "Materials and Methods", revela una ausencia total de cualquier subsección o párrafo que describa el proceso de extracción de datos, incluyendo el número de revisores o el uso de formularios estandarizados.	
Lista de datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron	SI Parcialmente, no existe una lista predefinida en la sección de Métodos. Aunque los datos aparecen posteriormente en las Tablas 1-4 (ej. "Measurements" y	5-11

		<p>todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.</p>	<p>"Outcomes"), el fallo metodológico consiste en no haberlos declarado prospectivamente en la metodología.</p>	
	10b	<p>Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (missing) o incierta.</p>	<p>SI Edad, mayores de 18 años, técnica de blanqueamiento, tiempo de tratamiento, sensibilidad dental, pérdida del color dental.</p>	5-11
<p>Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales</p>	11	<p>Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las</p>	<p>SI La Sección 3.5 "Risk of Bias" describe a la herramienta utilizada (Cochrane RoB 1) y el sistema de codificación por colores. Sin embargo, omite detalles cruciales del proceso: no especifica si la evaluación fue realizada por más de un autor de forma independiente ni cómo se manejaron los desacuerdos.</p>	11

		herramientas de automatización utilizadas en el proceso.		
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	SI Al ser una síntesis narrativa, se informa adecuadamente que los resultados se presentan tal como fueron reportados en los estudios originales (ej. cambios en guías de color).	5-11
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.85).	NO El artículo no tiene una sección dedicada a los "Métodos de síntesis". La síntesis es narrativa, no se reporta un meta-análisis cuantitativo.	
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	NO En "Materials and Methods" no presenta la sección dedicada a los "Métodos de síntesis". No informado claramente: No se describen transformaciones de datos ni preparación específica para síntesis, impidiendo comprender cómo se planeó manejar la heterogeneidad o por qué se optó por una síntesis narrativa.	
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios	Se presentan resultados por tipo de tratamiento (in-office, at-home, combinado) en tablas descriptivas. No hay <i>forest plots</i> .	5-11

		individuales y su síntesis.		
13d		Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	No aplica / no realizado: No se realiza meta-análisis, por lo tanto no se usan modelos estadísticos ni <i>software</i> para combinar estudios.	14
13e		Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	<p>NO</p> <p>Los autores mencionan que los datos son heterogéneos que existe gran variabilidad entre los estudios en aspectos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Concentraciones de peróxido de hidrógeno o carbamida. ● Tipo de procedimiento (in-office, at-home, combinado). ● Duración del tratamiento. ● Métodos para medir la eficacia (escalas de color, instrumentos distintos). ● Seguimiento y recidiva del color. <p>Esta heterogeneidad en diseño y protocolos hizo difícil justificar la combinación de resultados numéricos en un solo efecto combinado.</p> <p>Esto es una razón válida para evitar el meta-análisis, pero debería haberse explicado de forma más formal en los métodos.</p>	14

	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	NO No hay análisis de sensibilidad ni pruebas de robustez de resultados.	
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	NO No menciona ningún método para evaluar el riesgo de sesgo de publicación. Por lo tanto, no se evaluó si estudios no publicados podrían haber alterado las conclusiones.	
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	NO No se describe el uso de ningún sistema de gradación, como el enfoque GRADE, para evaluar la certeza global de la evidencia en la sección de métodos.	
RESULTADOS				
Selección de los estudios	16a	Describe los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	SI Presenta el diagrama de flujo de los estudios incluidos en cada fase de selección.	4
	16b	Cita los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y	NO Se omite la lista de los 84 estudios excluidos en la fase de texto completo y las razones de su exclusión.	

		explique por qué fueron excluidos.		
Características de los estudios	17	Cita cada estudio incluido y presenta sus características.	SI Las Tablas 1, 2, 3 y 4 citan y detallan exhaustivamente las características de los 30 estudios incluidos, organizados por tipo de blanqueamiento. El artículo menciona autor, tipo de estudio, intervención, mediciones y resultados para cada artículo.	5-11
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	SI Los resultados de la evaluación del riesgo de sesgo se presentan visualmente en las Tablas 5 a 8, utilizando el sistema de la herramienta Cochrane (RoB 1).	12-13
Resultados de los estudios individuales	19	Presenta, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	NO El artículo solo ofrece resúmenes narrativos. Omite presentar datos numéricos clave (ej., media \pm DE del cambio de color), lo que impide una evaluación cuantitativa de la magnitud de los efectos.	
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	SI Se presenta una síntesis narrativa de los resultados (cumple 20a y 20b).	5-11
	20b	Presenta los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis,	NO Síntesis narrativa.	

		presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.		
	20c	Presenta los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	NO	
	20d	Presenta los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	NO	
Sesgos en la publicación	21	Presenta las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	NO Al no haberse descrito los métodos para estos análisis en la sección de Métodos (Ítems 14 y 15), no se presentan resultados sobre el sesgo de publicación ni sobre la certeza de la evidencia en ninguna parte de la sección de resultados.	
Certeza de la evidencia	22	Presenta las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada	NO Al no describirse métodos (Ítem 15), no se presentan resultados.	

		desenlace evaluado.		
DISCUSIÓN				
Discusión	23a	Proporciona una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	SI La Sección 4 "Discussion" discute las limitaciones de la evidencia encontrada "A limitation of this review is the heterogeneity of the studies".	14
	23b	Argumenta las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	NO Omite por completo una autocrítica sobre las limitaciones del propio proceso de revisión (ej. la falta de fecha de búsqueda, reporte incompleto de métodos, etc.).	
	23c	Argumenta las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	NO Realiza una autocrítica de su proceso de revisión.	
	23d	Argumenta las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones. .	NO	
OTRA INFORMACIÓN				
Registro y Protocolo	24a	Proporciona la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	SI Proporciona el número de registro en el resumen y en la Sección 2.3: "This review has been registered on PROSPERO (ID613248)" .	3
	24b	Indica dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	NO	
	24c	Describe y explica cualquier enmienda a la información	NO	

		proporcionada en el registro o en el protocolo.		
Financiación	25	Describe las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	SI Se declara explícitamente: "Esta investigación no recibió financiación externa".	15
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	SI Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.	15
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	SI No aparece claramente la disponibilidad de datos (más allá de que los datos pueden solicitarse al autor) ni apéndices con lista detallada de estudios excluidos y sus razones.	15

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71 For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

2.2. 3. Calidad metodológica del estudio: CASPe para revisiones sistemáticas

Preguntas	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Pág.
A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?					
<p>1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido?</p> <p>PISTA: Un tema debe ser definido en términos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados ("outcomes") considerados. 	X			<p>En la parte de materiales y métodos menciona la pregunta de investigación que está claramente definida usando el esquema PICO, aunque este esquema es desarrollado de forma más detallada en la parte de resultados.</p> <p>P: población; pacientes mayores de 18 años.</p> <p>I: intervención; blanqueamiento de consultorio, ambulatorio y combinado con peróxido de hidrógeno y carbamida con y sin luz.</p> <p>C: Comparación de diferentes tipos, agentes, concentraciones y protocolos.</p> <p>O: Efectividad; efectos secundarios, recidiva del color y sensibilidad dental.</p>	3 5-11
<p>2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado?</p> <p>PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se dirige a la pregunta objeto de la revisión. - Tiene un diseño apropiado para la pregunta. 	X			<p>Si parcialmente se describen las bases de datos utilizadas PubMed/MEDLINE y Cochrane Library.</p> <p>No se muestra la estrategia completa (uso de operadores booleanos, literatura gris ni otras bases como Embase, Scopus, Web of Science). Esto podría limitar la exhaustividad de la búsqueda.</p>	3

<p>3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes?</p> <p>PISTA: Busca:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qué bases de datos bibliográficas se han usado. - Seguimiento de las referencias. - Contacto personal con expertos. - Búsqueda de estudios no publicados. - Búsqueda de estudios en idiomas distintos al inglés. 	X		<p>Sí, aunque el análisis se limitó al idioma inglés este abarca a la gran mayoría de revistas de alto impacto.</p> <p>Se mencionan los criterios de exclusión y los artículos revisados corresponden a publicaciones recientes, lo que respalda su validez y pertinencia.</p> <p>No siempre es claro si la selección se hizo por más de un revisor con independencia.</p>	3
<p>4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos?</p> <p>PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)</p>	X		<p>Se usaron herramientas para la valoración de riesgo de sesgo (Cochrane Risk of Bias RoB 1).</p> <p>Falta detalle sobre la herramienta usada (por ejemplo Cochrane RoB), cuántos evaluadores realizaron la evaluación y cómo se resolvieron discrepancias (falta de transparencia metodológica).</p>	12,1 3

<p>5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado", ¿era razonable hacer eso?</p> <p>PISTA: Considera si</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los resultados de los estudios eran similares entre sí. - Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados. - Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados. 	X		<p>Parcialmente</p> <p>El artículo muestra resultados heterogéneos (diferentes concentraciones, protocolos y métodos de medición). Por eso la forma de presentación de los resultados es narrativa.</p> <p>No se pudo hacer análisis de sensibilidad.</p>	5-11
B/ ¿Cuáles son los resultados?				
<p>6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión?</p> <p>PISTA: Considera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si tienes claro los resultados últimos de la revisión. - ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado). - ¿Cómo están expresados los resultados? 			<p>La totalidad de los artículos revisados encontraron que los productos probados (peróxido de hidrógeno y carbamida) demostraron ser eficaces para mejorar el color dental independientemente de la concentración utilizada y el tiempo.</p> <p>El blanqueamiento ambulatorio con peróxido de carbamida puede proporcionar un blanqueamiento más duradero con menor recidiva del color en comparación con los tratamientos en el consultorio.</p>	5

(NNT, odds ratio, etc.).				Sin embargo, los tratamientos en el consultorio con concentraciones más altas pueden ser inicialmente más efectivos, aunque pueden conllevar un mayor riesgo de efectos secundarios, con mayor sensibilidad.	
7. ¿Cuál es la precisión del resultado/s? PISTA: Busca los intervalos de confianza de los estimadores.		X		No presentan magnitudes precisas ni intervalos de confianza, lo que limita la cuantificación del efecto. No se realizó metaanálisis por heterogeneidad de los resultados.	
C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?					
8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio? PISTA: Considera si - Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.		X		La revisión sistemática demuestra que tanto el peróxido de hidrógeno como el peróxido de carbamida son efectivos en el blanqueamiento dental. Se identificó que el tiempo de aplicación y la concentración del agente son factores determinantes en la aparición de sensibilidad dental. En la práctica clínica, esto adquiere especial relevancia al tratar a pacientes jóvenes, quienes presentan cámaras pulpares más amplias y una mayor densidad de túbulos dentinarios, lo que incrementa el riesgo de sensibilidad dental.	
9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?		X		La revisión sistemática evalúa tanto la eficacia del blanqueamiento dental como los efectos adversos asociados, principalmente la sensibilidad dental y posibilidad de la recidiva del	

				<p>color. Se abordan los aspectos más relevantes que pueden analizarse en este tipo de tratamiento y se comparan distintas técnicas disponibles. Sin embargo, esta revisión presenta datos muy dispersos, lo que genera una falta de homogeneidad entre los estudios incluidos. Esta limitación es reconocida por sus propios autores.</p>
<p>10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes?</p> <p>Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿qué opinas?</p>	X			<p>Basados en una revisión moderadamente fiable, útil como panorama del tema, sus conclusiones se deben interpretar con cautela.</p> <p>El blanqueamiento dental aporta beneficios estéticos relevantes en la actualidad, donde existe una alta demanda social por mejorar la apariencia estética a través de una sonrisa con dientes más blancos. El blanqueamiento dental es un procedimiento seguro, cuyos efectos adversos son generalmente temporales y reversibles, siendo la sensibilidad dental el más reportado el cual puede controlarse a través de diferentes productos desensibilizantes.</p>

2.3 Proyecto de investigación en estomatología

TÍTULO

Efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz: estudio in vitro.

RESUMEN

Objetivo. Evaluar el efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz. Materiales y métodos. Se emplearán premolares humanos los cuales recibirán tratamiento de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 35% en dos ciudades con altitudes geográficas diferentes Lima (156 msnm) y Cusco (3400 msnm). Por cada ciudad se realizará el tratamiento con aplicación de luz, sin luz y sin blanqueamiento, totalizando seis grupos. Los geles de blanqueamiento permanecerán almacenados al menos 6 meses en la ciudad de aplicación. Se realizarán 2 aplicaciones de peróxido con un intervalos de 7 días. El registro del color se realizará con un espectrofotómetro Vita EasyShade V (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) y la diferencia de color se calculará mediante el sistema CIEDE2000. Los datos se procesarán en Jamovi v2.7.6 con $\alpha=0.05$. Se comparará la diferencia de color entre altitudes y entre protocolos con/sin luz mediante ANOVA/Tukey.

PALABRAS CLAVE

BLANQUEAMIENTO DENTAL, PERÓXIDO DE HIDRÓGENO, LUZ, ALTITUD (DeCS/BIREME).

INTRODUCCIÓN

La odontología estética ha cobrado una relevancia cada vez mayor en la sociedad actual (1,2), impulsada por la necesidad de una sonrisa armónica y la búsqueda de tratamientos mínimamente invasivos que mejoren la apariencia del color de los dientes (3). Dentro de este contexto, el blanqueamiento dental se ha consolidado como un procedimiento cosmético popular y efectivo para abordar las discromías de los dientes que pueden generar insatisfacción en los pacientes (1,4).

Estas discromías dentales pueden ser extrínsecas, o intrínsecas, relacionados con cambios en la estructura dental durante su formación o posteriores a ella, como traumatismos, tratamientos endodónticos o el envejecimiento (1,4,5). Por lo tanto, el tratamiento de estas decoloraciones busca restaurar principalmente el valor de los dientes, mejorando así la estética de la sonrisa (5).

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es considerado el agente blanqueador de elección en el tratamiento de las discromías dentales. Su mecanismo de acción se basa en la liberación de radicales libres de oxígeno que oxidan las moléculas responsables de las manchas dentales (1-6), rompiendo sus dobles enlaces y transformándolos en compuestos más pequeños e incoloros, esta penetración del peróxido de hidrógeno a través del esmalte y la dentina permite alcanzar estas moléculas pigmentadas (1,2,5).

La acción de la luz en el blanqueamiento depende de una fotocatalisis controlada que acelera la liberación de radicales libres, esto acorta los tiempos de exposición y potencia la acción sobre los cromóforos (5,6,7).

A pesar de la eficacia, en el uso de peróxido de hidrógeno en el blanqueamiento dental puede conllevar a ciertos efectos secundarios siendo la sensibilidad dental el más común, por lo general leve y transitorio (8,9,10). Además, se han reportado alteraciones en la microdureza y la morfología superficial del esmalte dental (11,12,13).

En el contexto peruano y latinoamericano, donde existen numerosas ciudades asentadas a gran altitud geográfica impone desafíos fisiológicos al organismo humano, siendo la hipoxia, la disminución de la presión parcial de oxígeno el principal de ellos (14,15,16). La exposición a altitudes elevadas puede desencadenar una serie de adaptaciones fisiológicas, pero también se ha asociado con efectos en diversos sistemas del organismo, incluyendo el sistema oral (14,17). Estudios han sugerido que la hipoxia crónica puede afectar la salud periodontal, la producción y composición salival, e incluso la respuesta inflamatoria en los tejidos orales (14,15,17).

Dado que el proceso de blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno implica una interacción química con los tejidos dentales (1,2,3,4,) y que el entorno fisiológico puede verse alterado significativamente por la exposición a la altitud geográfica (14,15,16,18), Las posibles alteraciones en la microcirculación, la composición salival o la respuesta tisular a nivel local, en individuos que residen o se encuentran en altitudes elevadas podrían modificar la cinética de la reacción del peróxido de hidrógeno y, por ende, el resultado del blanqueamiento dental. (17,18)

Por otro lado, el impacto de la altitud geográfica en el blanqueamiento dental, variable que modula la presión atmosférica y la cinética química del peróxido,

permanece inexplorado. Por otro lado, exponer este producto a la temperatura que genera una lámpara podría ser una medida efectiva al alcance de cualquier dentista como medida para contrarrestar el efecto de la altitud geográfica. Por lo tanto, dado que la mayoría de los estudios sobre blanqueamiento dental se realizan en condiciones normóxicas, esta investigación *in vitro* es necesaria para conocer el posible efecto de la altitud geográfica en el tratamiento de blanqueamiento dental lo cual podría tener implicaciones en los ajustes de protocolos para ciudades con mayor altitud geográfica.

HIPÓTESIS

A mayor altitud geográfica existe una menor diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35%, independientemente de la activación por luz.

OBJETIVO

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz.

3.2. Objetivos específicos

1. Comparar la diferencia de color del esmalte dental expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % en la ciudad de Lima con y sin activación por luz.
2. Comparar la diferencia de color del esmalte dental expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % en la ciudad de Cusco con y sin activación por luz.
3. Comparar la diferencia de color del esmalte dental expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % entre Lima y Cusco, según la activación por luz.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de estudio

Experimental *in vitro*.

Muestra

Premolares extraídos por motivos ajenos a esta investigación los cuales serán donados por cirujanos dentistas quienes los extraen por motivos ortodónticos. La declaración de donación se observa en el anexo 1. Para calcular el tamaño muestral se realizará una prueba piloto con 03 premolares por cada grupo experimental para lo cual se empleará el programa Jamovi v2.7.6. basados en la fórmula de comparación de medias, con una potencia del 80% y un nivel de significancia del 95%.

Los grupos experimentales serán:

- G1. Blanqueamiento dental/Sin luz/Lima.
- G2. Blanqueamiento dental/Con luz/Lima.
- G3. Sin blanqueamiento/Lima.
- G4. Blanqueamiento dental/Sin luz/Cusco.
- G5. Blanqueamiento dental/Con luz/Cusco.
- G6. Sin blanqueamiento/Cusco.

Criterios de selección

Piezas dentarias humanas, premolares extraídas por indicaciones ortodónticas o periodontales, sin lesiones de caries dental, sin restauraciones, sin fracturas o grietas, sin decoloraciones, sin alteraciones de forma y tamaño.

Variables

La construcción de las variables fue realizada a partir del objetivo y del anexo 2

Diferencia de color: Es la magnitud que expresa cuantitativamente cuán distintos son dos colores medidos en un espacio cromático estándar. Operacionalmente es la diferencia del color del esmalte dental antes y después del tratamiento de blanqueamiento dental. Variable cuantitativa, continua, en escala de razón. Se calculará

la diferencia de color a través de la obtención de los valores L^* , a^* y b^* obtenidos del espectrofotómetro Vita EasyShade V (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany).

Altitud geográfica: Distancia vertical medida en metros sobre el nivel del mar (msnm) que determina las condiciones ambientales de una localidad. Operacionalmente es la distancia vertical medida en metros sobre el nivel del mar (msnm) que determina las condiciones ambientales de una localidad. Variable cualitativa, nominal. El indicador es Lima (156 msnm) y Cusco (3400 msnm).

Activación con luz. Luz proveniente de una fuente dental. Operacionalmente aplicación de una fuente lumínica LED sobre el peróxido de hidrógeno. Variable cualitativa, nominal dicotómica, el indicador con luz, sin luz.

Procedimientos y técnicas

Preparación de la muestra

Los premolares extraídos se almacenarán en timol al 0.1% durante 24 horas a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo los residuos orgánicos se retirarán

con cureta periodontal Gracey #13/14 (Hu Friedy-EEUU). Posteriormente, serán pulidos con escobilla de Robinson y mezcla de agua con piedra pómez, por 30 segundos, con un micromotor Lynx™ (Modelo:LX100-COM-4H, EEUU).

Posteriormente se separará la corona de la raíz con discos de diamante de doble hoja de contacto a 1 mm del límite amelocementario (LAC). Luego, la corona se sesionará en sentido mesio-distal para obtener dos fragmentos (vestibular y palatino). Cada fragmento o espécimen será colocado en cilindros de tubos de PVC (Pavco) ¾" de 10 mm de alto y fijados con con resina acrílica autopolimerizable rosada *Vitacryl*®.

Procedimiento de pigmentación de los especímenes:

Luego de la estabilización de los especímenes, estos serán sumergidos en una solución de Té negro Herbi® (Corporación Oro Verde SAC, Lima, Perú) para pigmentar los dientes a fin de tener un color estable y pueda medirse adecuadamente el efecto del tratamiento. Se emplearán 12 filtrantes de té de 1.5g por 1.5 litros de agua a 100°C. Luego se esperará que adquieran temperatura ambiental. Posteriormente, los dientes se realizará la inmersión durante 25 días con intercambio de la solución de 3 veces.

Procedimiento de blanqueamiento:

Previo al proceso de blanqueamiento los geles de peróxido de hidrógeno permanecerán 6 meses en las ciudades donde se realizará la fase experimental. Se empleará peróxido de hidrógeno al 35% (Whiteness HP Maxx - FGM®). Durante la fase experimental los 6 grupos recibirán los siguientes tratamientos, 3 grupos en la ciudad de Lima y 3 grupos en la ciudad de Cusco.

Para el procedimiento de blanqueamiento G1, G2, G4 y G5 recibirán peróxido de hidrógeno al 35% el cual será aplicado sobre la superficie del esmalte siguiendo las indicaciones del fabricante. Luego de aplicado el gel se dejará actuar durante 15 minutos, posteriormente se lavarán los especímenes con agua corriente. Se realizará una nueva aplicación que se mantendrá por otros 15 minutos. Luego de 7 días se repetirá este proceso.

Los grupos G2 y G5 adicionalmente serán activados con una fuente de luz VALO (Ultradent) durante 20 segundos. Los G3 y G4 no recibirán tratamiento de blanqueamiento.

Posteriormente todos los especímenes serán almacenados en saliva artificial a 37°C en una estufa.

Registro de color:

El color se registrará antes y después de tratamiento de blanqueamiento empleando el espectrofotómetro VITA Easyshade® V (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania). Se registrará los valores de las dimensiones L, a* y b* los cuales se registrarán en la ficha de recolección de datos (Anexo 3).

Por cada espécimen se efectuarán tres lecturas consecutivas en el mismo punto, utilizando una matriz de posicionamiento sobre un fondo negro. Las mediciones se realizan bajo condiciones ambientales estandarizadas (misma sala, horario e iluminación) por un operador capacitado. El equipo se calibra según indicaciones del fabricante (al inicio de cada sesión y cada cinco mediciones), de acuerdo a las indicaciones del fabricante para el dispositivo.

La diferencia de color se calculará mediante dos ecuaciones diferentes.

La primera es la ecuación de diferencia de color CIELAB (ΔE_{lab}):

$$\Delta E_{ab}^* = ((L^*_1 - L^*_2)^2 + (a^*_1 - a^*_2)^2 + (b^*_1 - b^*_2)^2)^{1/2}$$

donde L^* representa la luminosidad, a^* representa las coordenadas cromáticas rojo-verde y b^* representa las coordenadas cromáticas amarillo-azul.

La segunda es la ecuación de diferencia de color CIEDE 2000 (ΔE_{00}):

$$\Delta E_{00}^* = (\Delta L' K_L S_L)^2 + (\Delta C' K_C S_C)^2 + (\Delta H' K_H S_H)^2 + R_T(C' K_C S_C)(H' K_H S_H)$$

donde $\Delta L'$, $\Delta C'$ y $\Delta H'$ son las diferencias entre las coordenadas (luminosidad, croma y tono) respectivamente para un par de muestras en CIEDE2000, R_T es la llamada función de rotación que explica la interacción entre el croma y las diferencias de tono en la región azul. S_L , S_C , S_H son las funciones de ponderación que ajustan la diferencia de color total para la variación en la ubicación del par de diferencia de color en las coordenadas L' , a' , b' . Finalmente, los factores paramétricos (K_L , K_C , K_H), son términos de corrección para condiciones experimentales.

Este cálculo se realizará a través de la plantilla de la Universidad de Rochester.

Consideraciones éticas

El proyecto será presentado a la Unidad de Investigación de Facultades Integradas de Medicina, Estomatología y Enfermería para luego ser registrado en la Dirección Universitaria de Asuntos Regulatorios de la Investigación (DUARI) y al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH).

Asimismo, se solicitará permiso al laboratorio de materiales dentales de la UPCH y al laboratorio de microbiología de la UNSAAC.

Plan de análisis

El análisis se realizará con el programa Jamovi v2.7.6. Se verificará la normalidad (Shapiro–Wilk) y la homogeneidad de varianzas (Levene). Se usará ANOVA, que evalúa los efectos de la altitud geográfica, activación por luz y su interacción sobre la diferencia de color. Cuando corresponda, se aplicarán comparaciones *post hoc* con corrección de Tukey para identificar los pares de grupos que difieren. Como análisis complementario, se ejecutarán t de Student para muestras independientes (luz vs. sin luz dentro de cada altitud). Si los supuestos no se cumplen la normalidad, se emplearán alternativas como Kruskal-Wallis y, para comparaciones por pares, U Mann–Whitney. En todos los casos se reportan intervalos de confianza al 95 %.

PRESUPUESTO y CRONOGRAMA

Presupuesto

Concepto	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total(S/.)
Alquiler de EasyShade Vita V	1	Aporte no monetario	Aporte no monetario
Estufa de almacenamiento	1	Aporte no monetario	Aporte no monetario
Laptop	1	Propio	Propio
Transporte aéreo Lima-Cusco	1	250.0	250.0
Transporte aéreo Cusco-Lima	1	250.0	250.0
Lámpara LED	1	800.0	800.0
Mascarillas descartables	1 caja	10.0	10.0
Guantes de procedimiento	1 caja	18.0	18.0
Campos de trabajo	1 paquete	10.0	10.0
Mandilones descartables	10	5.0	50.0
Gel de blanqueamiento	4 cajas	100.0	400.0
Saliva artificial	2 frascos	150.0	300.0
Tubos de PVC	2	10.0	20.0
Acrílico de curado rápido (líquido)	1	40.0	40.0
Acrílico de curado rápido (polvo)	1	40.0	40.0
Matriz de celuloide	20	3.0	60.0
Total (S/.)			S/ 2,248.0

Cronograma

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Elaboración del protocolo	X					
Aceptación del protocolo		X				
Prueba piloto			X			
Recolección de datos lima			X			
Recolección de datos Cusco				X		
Procesamiento de datos					X	
Análisis de los resultados						X
Informe final						X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P. A review on dental whitening. *J Dent.* 2020;100:103423. doi:10.1016/j.jdent.2020.103423.
2. Karaarslan ES, Özmen ZC, Aytac F, Bicakci AA, Buldur M, Aydogan L, et al. Evaluation of biochemical changes in dental tissues after different office bleaching methods. *Hum Exp Toxicol.* 2019;38(4):389–397.
3. Müller-Heupt LK, Wiesmann-Imilowski N, Kaya S, Schumann S, Steiger M, Bjelopavlovic M, et al. Effectiveness and safety of over-the-counter tooth-whitening agents compared to hydrogen peroxide in vitro. *Int J Mol Sci.* 2023;24(3):1956. doi:10.3390/ijms24031956.
4. Haywood VB, Sword RJ. Tray bleaching status and insights. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(1):27–38. doi:10.1111/jerd.12688.
5. Oommen TE, Arya A, Jahangeer B, Mishra D, Vamseekrishna KVN, Gupta J. An in-vitro study on the impact of light-emitting diode (LED) and laser-activated bleaching techniques on the color change of artificially stained teeth at varying time intervals. *Cureus.* 2024 Sep 21;16(9): e69851. doi: 10.7759/cureus.69851.
6. Kury M, Wada EE, Silva DPD, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V. Effect of violet LED light on in-office bleaching protocols: a randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci.* 2020;28:e20190720. doi: 10.1590/1678-7757-2019-0720.
7. Kiyuna RC, Martins LM, Hanzen TA, Reis A, Loguercio AD, Silva LM. Comparison of the effect of agitation on whitening and tooth sensitivity of in-

- office bleaching: a randomized clinical trial. *Oper Dent.* 2021;46(2):143–50. doi:10.2341/19-223-C.
8. Aragão WAB, Chemelo VS, Alencar CM, Silva CM, Pessanha S, et al. Biological action of bleaching agents on tooth structure: a review. *Histol Histopathol.* 2024;39(10):1229–43. doi:10.14670/HH-18-726.
 9. Dias S, Casqueiro L, Pereira R, Silveira J, Mata A, Marques D. Hydrogen peroxide diffusion through dental tissues—In vitro study. *Materials (Basel).* 2023;16(16):5552. doi:10.3390/ma16165552.
 10. Melo M, Fioresta R, Sanz JL, Pecci-Lloret MP, Llena C. Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents. *MC Oral Health.* 2022;22:645. doi:10.1186/s12903-022-02693-2.
 11. Veneri F, Cavani F, Bolelli G, Checchi V, Bizzi A, Setti G, Generali L. In vitro evaluation of the effectiveness and pH variation of dental bleaching gels and their effect on enamel surface roughness. *Dent J (Basel).* 2024;12(12):415. doi:10.3390/dj12120415.
 12. Ferreira ACD, Batista ALA, Neto JAF, Simões TMS, da Silva MGB, de Barros DD, et al. Evaluation of dental enamel microproperties after bleaching with 35% hydrogen peroxide and different light sources: An in vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(10):e969–e974. doi:10.4317/jced.58440.
 13. de Carvalho ACG, de Souza TF, Liporoni PCS, Pizi ECG, de Araújo Matuda LS, Catelan A. Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(7):e670–e675. doi:10.4317/jced.56913.

14. Ashour AA. High altitude and its effects on oral health: a review of literature. *J Adv Oral Res.* 2020;11(2):143–7. doi:10.1177/2320206820942401.
15. Pignatelli P, Mrakic-Sposta S, Bondi D, D’Antonio DL, Piattelli A, Santangelo C, et al. The effect of acute high-altitude exposure on oral pathogenic bacteria and salivary oxi-inflammatory markers. *J Clin Med.* 2024;13(20):6266. doi:10.3390/jcm13206266.
16. Arya A, Jain S. Oxidative stress, ROS generation and associated molecular alterations in high-altitude hypoxia. In: Sharma NK, Arya A, editors. *High altitude sickness: genomic, proteomic and antioxidant interventions.* Singapore: Springer; 2022. p. 71–84. doi:10.1007/978-981-19-1008-1_5.
17. Dohare K, Gaur P, Vats P. Saliva: a potential biological fluid to assess high-altitude associated consequences. *Proc Natl Acad Sci India Sect B Biol Sci.* 2025. Epub ahead of print. doi:10.1007/s40011-025-01716-6.
18. Mathew TM, Sharma S. High-Altitude Oxygenation. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan– [updated 2025 Aug 9; cited 2025 Oct 11]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539701/>

ANEXO 1. DONACIÓN DE PREMOLARES PARA INVESTIGACIÓN
Donante: Cirujano Dentista

Proyecto de tesis: Efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz:

1) Datos del cirujano dentista donante

Apellidos y nombres: _____
N.º de colegiatura (COP): _____
Consultorio/Servicio: _____
Teléfono / Correo: _____

2) Origen clínico de las piezas (marcar)

Ortodoncia

Declaro que las piezas fueron extraídas por indicación clínica y no con fines de investigación.

Nota ética: no se entregarán datos identificables del/la paciente; se cumple la normativa vigente.

3) Identificación de las piezas donadas

Diente (FDI)	Lado	Condición coronaria	Medio (salina/timol)	Observaciones
_____	_____	Íntegro / Restaurado / Otro	_____	_____

4) Declaración de donación

Yo, _____, COP N.º _____, en mi calidad de cirujano dentista, dono las piezas dentarias arriba indicadas al proyecto señalado para fines netamente de investigación in vitro, sin fines comerciales, sin retribución económica y bajo codificación y confidencialidad. Autorizo su transporte, almacenamiento y procesamiento conforme al protocolo aprobado.

Lugar y fecha:

Firma y sello del cirujano dentista:

ANEXO 2. Cuadro de operacionalización de variables.

Variab le	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Diferencia de color	Es la magnitud que expresa cuantitativamente cuán distintos son dos colores medidos en un espacio cromático estándar.	Diferencia de l color del esmalte dental antes y después del tratamiento de blanqueamiento dental.	Valores obtenidos con el espectrofotómetro Vita Easyshade V	Cuantitativa	Razón	ΔE L* a* b*
Altitud geográfica	Distancia vertical medida en metros sobre el nivel del mar (msnm) que determina las condiciones ambientales de una localidad.	Distancia vertical msnm de la ciudad donde será almacenado y aplicado el peróxido de hidrógeno previas a su aplicación sobre el esmalte dental.	Ciudad	Cualitativa	Nominal	Lima (156 msnm) Cusco (3400 msnm)
Activación con Luz	Luz proveniente de una fuente dental.	Aplicación de una fuente lumínica LED sobre el peróxido de hidrógeno.	Aplicación de luz LED	Cualitativa	Nominal dicotómica	Con luz Sin luz

ANEXO 3. Ficha de recolección datos Lima y Cusco

FECHA	COLOR									LUZ LED	
	ΔL			Δa			Δb			SI	NO
GRUPO 1	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
GRUPO 2											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
GRUPO 3											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

ANEXO 4. Solicitud de permiso para el uso del laboratorio de materiales
dentales- Lima

Dra. Leyla Delgado Cotrina

Coordinadora del laboratorio de Materiales de la Facultad de Estomatología de la
Universidad Peruana Cayetano

Presente.

Yo, Zenaida Motta Florez, identificado con DNI N° [REDACTED] alumna de la
Maestría en Estomatología con mención en especialidad la Unidad de Postgrado de
la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, con el
fin de realizar la ejecución de mi tesis titulada: “Efecto de la altitud geográfica en
la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno
al 35 % con y sin activación por luz: estudio in vitro”. Solicito a Ud. me brinde las
facilidades para poder utilizar las instalaciones del Laboratorio de Materiales
Dentales.

Atentamente,

Zenaida Motta Florez
COP 22590

ANEXO 5. Solicitud de permiso para el uso del laboratorio de microbiología-

Cusco

Dr. Luciano Julian Cruz Miranda

Decano de la facultad de ciencias biológicas

Presente

Yo, Zenaida Motta Florez, identificado con DNI N° [REDACTED] alumna de la Maestría en Estomatología con mención en especialidad la Unidad de Postgrado de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, con el fin de realizar la ejecución de mi tesis titulada: “Efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color del esmalte dental humano expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz: estudio in vitro”. Solicito a Ud. me brinde las facilidades para poder utilizar las instalaciones del laboratorio de microbiología, para lo cual adjunto proyecto de tesis aprobado aprobado con código SIDISI.

Atentamente,

Zenaida Motta Florez
COP 22590

III. CONCLUSIONES

1. El sílabo elaborado permitió estructurar el curso de blanqueamiento dental que guía al estudiante desde el diagnóstico hasta la aplicación clínica, incorporando conocimientos científicos, estrategias pedagógicas como clases magistrales, análisis de casos y revisión de artículos. Este método promueve el pensamiento crítico y la aplicación práctica del conociendo por parte del estudiante.
2. Según el análisis realizado con la guía PRISMA, la revisión sistemática evaluada presenta fallas metodológicas críticas que comprometen de manera significativa la solidez de sus resultados. Se identificó falta de claridad en el período y la estrategia de búsqueda, ausencia de revisión por duplicado, carencia de desenlaces predefinidos y exclusión de numerosos estudios sin justificación transparente. Asimismo, se evidenció un plan incompleto para la síntesis de datos, junto con insuficientes controles para minimizar el sesgo y la ausencia total de autocrítica metodológica por parte de los autores. Estas deficiencias afectan directamente la reproducibilidad, credibilidad y aplicabilidad clínica de sus conclusiones. En consecuencia, las afirmaciones sobre la efectividad del blanqueamiento dental profesional deben interpretarse con cautela.
3. El proyecto de investigación, propone un estudio in vitro sobre el efecto de la altitud geográfica en la diferencia de color expuesto a peróxido de hidrógeno al 35 % con y sin activación por luz. Este proyecto busca aportar evidencia sobre cómo factores ambientales podrían influir en la eficacia de este procedimiento.

IV. RECOMENDACIONES

1. Para garantizar condiciones experimentales controladas, durante todo el estudio se sugiere registrar y monitorizar la humedad relativa y la temperatura del laboratorio en la ciudad de Lima, ya que estas variables pueden influir en la estabilidad del color dental y en el comportamiento físico- químico del agente blanqueador. Se recomienda establecer rangos constantes de temperatura y humedad para asegurar reproducibilidad metodológica en todas las fases del procedimiento.
2. Como alternativa metodológica para representar las condiciones propias de la altitud de Cusco, se simularán niveles reducidos de presión barométrica y pO_2 utilizando una cámara hipobárica. Esta simulación permitirá evaluar el impacto de la presión ambiental sobre la eficacia del blanqueamiento, manteniendo constantes todas las demás condiciones experimentales. El uso de presión controlada facilitará un análisis aislado y más preciso del efecto de la altitud sobre los parámetros de color dental.
3. Debido a que la deshidratación inmediata posterior a la extracción puede modificar el color dental basal, todas las piezas dentarias serán almacenadas inmediatamente en un medio hidratante adecuado como suero fisiológico o saliva artificial. Se recomienda establecer un tiempo mínimo de rehidratación previo a la medición inicial.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Perdigão J, editor. *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective*. 2ª ed. Cham: Springer; 2023.
2. Torres CRG, Leite GA, Moura MM, de Paula AM, editors. *Clinical and Laboratory Standards in Esthetic Dentistry*. São Paulo: Santos Editora Científica; 2021.
3. Kurauchi M, Sato Y, Tanishiro H, Morita R, Otsuki M, Kaneko J, et al. A Japanese concept of considerations for evaluation of dental materials for tooth bleaching. *Jpn Dent Sci Rev*. 2023;59:23–27.
4. Gómez-Polo C, Lobato Carreño M, Martín Casado AM, González Jimenez E, Portillo Muñoz M. Randomised clinical trial to compare the efficacy of dental whitening with 37.5% hydrogen peroxide gel and 6% hydrogen peroxide whitening strips. *J Dent*. 2025;154:105589.
5. Kiyuna RC, Martins LM, Hanzen TA, Reis A, Loguercio AD, Silva LM. Comparison of the effect of agitation on whitening and tooth sensitivity of in-office bleaching: a randomized clinical trial. *Oper Dent*. 2021;46(2):143–150. doi:10.2341/19-223-C.
6. Dias S, Casqueiro L, Pereira R, Silveira J, Mata A, Marques D. Hydrogen peroxide diffusion through dental tissues—In vitro study. *Materials (Basel)*. 2023;16(16):5552. doi:10.3390/ma16165552.
7. Butera A, Maiorani C, Rederiene G, Checchi S, Nardi GM. Evaluation of the effectiveness of different types of professional tooth whitening: a systematic review. *Bioengineering (Basel)*. 2024;11(12):1178.
8. de Melo PBG, Souza LVS, Maia LC, Marañón-Vásquez GA, Kury M, Cavalli V. Effect of the reduction in the exposure time to at-home bleaching gel on color change and tooth sensitivity: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2024;28(12):679.
9. Terra RMO, Favoreto MW, Morris T, Loguercio AD, Reis A. Effect of at-home bleaching agents and concentrations on tooth sensitivity: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent*. 2025;160:105891.
10. Aragão WAB, Chemelo VS, Alencar CM, Silva CM, Pessanha S, et al. Biological action of bleaching agents on tooth structure: a review. *Histol Histopathol*. 2024;39(10):1229–1243. doi:10.14670/HH-18-726.
11. Alkahtani R, Stone S, German M, Waterhouse P. A review on dental whitening. *J Dent*. 2020;100:103423. doi:10.1016/j.jdent.2020.103423.

12. Karaarslan ES, Özmen ZC, Aytac F, Bicakci AA, Buldur M, Aydogan L, et al. Evaluation of biochemical changes in dental tissues after different office bleaching methods. *Hum Exp Toxicol*. 2019;38(4):389–397.
13. Müller-Heupt LK, Wiesmann-Imilowski N, Kaya S, Schumann S, Steiger M, Bjelopavlovic M, et al. Effectiveness and safety of over-the-counter tooth-whitening agents compared to hydrogen peroxide in vitro. *Int J Mol Sci*. 2023;24(3):1956. doi:10.3390/ijms24031956.
14. Haywood VB, Sword RJ. Tray bleaching status and insights. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(1):27–38. doi:10.1111/jerd.12688.
15. Oommen TE, Arya A, Jahangeer B, Mishra D, Vamseekrishna KVN, Gupta J. An in-vitro study on the impact of LED and laser-activated bleaching techniques on the color change of artificially stained teeth at varying time intervals. *Cureus*. 2024;16(9):e69851. doi:10.7759/cureus.69851.
16. Kury M, Wada EE, Silva DPD, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V. Effect of violet LED light on in-office bleaching protocols: a randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci*. 2020;28:e20190720. doi:10.1590/1678-7757-2019-0720.
17. Melo M, Fioresta R, Sanz JL, Pecci-Lloret MP, Llena C. Effect of highly concentrated bleaching gels on enamel microhardness and superficial morphology, and the recovery action of four remineralizing agents. *BMC Oral Health*. 2022;22:645. doi:10.1186/s12903-022-02693-2.
18. Veneri F, Cavani F, Bolelli G, Checchi V, Bizzi A, Setti G, Generali L. In vitro evaluation of the effectiveness and pH variation of dental bleaching gels and their effect on enamel surface roughness. *Dent J (Basel)*. 2024;12(12):415. doi:10.3390/dj12120415.
19. Ferreira ACD, Batista ALA, Neto JAF, Simões TMS, da Silva MGB, de Barros DD, et al. Evaluation of dental enamel microproperties after bleaching with 35% hydrogen peroxide and different light sources: an in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(10):e969–e974. doi:10.4317/jced.58440.
20. de Carvalho ACG, de Souza TF, Liporoni PCS, Pizi ECG, de Araújo Matuda LS, Catelan A. Effect of bleaching agents on hardness, surface roughness and color parameters of dental enamel. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(7):e670–e675. doi:10.4317/jced.56913.
21. Ashour AA. High altitude and its effects on oral health: a review of literature. *J Adv Oral Res*. 2020;11(2):143–147. doi:10.1177/2320206820942401.
22. Pignatelli P, Mrakic-Sposta S, Bondi D, D’Antonio DL, Piattelli A, Santangelo C, et al. The effect of acute high-altitude exposure on oral

pathogenic bacteria and salivary oxi-inflammatory markers. *J Clin Med.* 2024;13(20):6266. doi:10.3390/jcm13206266.

23. Arya A, Jain S. Oxidative stress, ROS generation and associated molecular alterations in high-altitude hypoxia. In: Sharma NK, Arya A, editors. *High Altitude Sickness: Genomic, Proteomic and Antioxidant Interventions.* Singapore: Springer; 2022. p.71–84. doi:10.1007/978-981-19-1008-1_5.
24. Dohare K, Gaur P, Vats P. Saliva: a potential biological fluid to assess high-altitude associated consequences. *Proc Natl Acad Sci India Sect B Biol Sci.* 2025. Epub ahead of print. doi:10.1007/s40011-025-01716-6.
25. Mathew TM, Sharma S. High-Altitude Oxygenation. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan– [updated 2025 Aug 9; cited 2025 Oct 11]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539701/>.

Systematic Review

Evaluation of the Effectiveness of Different Types of Professional Tooth Whitening: A Systematic Review

Andrea Butera ^{1,*}, Carolina Maiorani ^{1,*}, Gitana Rederiene ^{2,3}, Stefano Checchi ⁴ and Gianna Maria Nardi ⁵

- ¹ Unit of Dental Hygiene, Section of Dentistry, Department of Clinical, Surgical, Diagnostic and Pediatric Sciences, University of Pavia, 27100 Pavia, Italy
- ² European Dental Hygienists Federation, Groenewoudsedijk 40, 3528 BK Utrecht, The Netherlands; grederiene@gmail.com
- ³ Vilnius University Hospital Zalgirio Clinic, 08217 Vilnius, Lithuania
- ⁴ Dental Hygiene Degree Course, Department of Surgical Sciences, Dental School, University of Turin, 10126 Turin, Italy; stefano.checchi@unito.it
- ⁵ Department of Odontostomatological and Maxillofacial Sciences, Sapienza University of Rome, 00161 Rome, Italy; giannamaria.nardi@uniroma1.it
- * Correspondence: andrea.butera@unipv.it (A.B.); carolinamaiorani@outlook.it (C.M.)

Abstract: Background/Objectives: Tooth whitening is a cosmetic dental treatment that improves the color of natural teeth, making them whiter and brighter; this review aimed to evaluate the greater effectiveness of in-office, at-home, and combined bleaching with hydrogen or carbamide peroxide, also in relation to possible relapses and side effects (tooth sensitivity). Methods: A literature search has been carried out through electronic databases, PubMed/MEDLINE, and Cochrane Library, focused on the use of the effectiveness of in-office, at-home, and combined dental bleaching. This review has been registered on PROSPERO (ID613248). Results: 30 articles have been included. Most of the studies did not find any more effective treatment than the proposed treatments; all types of bleaching have been shown to be effective in changing color; in the studies that have compared in-office and at-home bleaching, there was a lower recurrence of treatment with the use of the at-home trays with carbamide peroxide gel. There were no clear positions regarding tooth sensitivity, which would appear to be higher in professional in-office and combined dental bleaching. Conclusions: Bleaching is an effective treatment for the change of color of the tooth regardless of the type used (concentrations, type of gel, and duration of sessions), although, at home, it would seem to be more effective over time. It is, however, a clinical feature that may give a risk of tooth sensitivity after treatment.

Keywords: dental bleaching; hydrogen peroxide; carbamide peroxide; dental discoloration; biomaterials; dental health



Citation: Butera, A.; Maiorani, C.; Rederiene, G.; Checchi, S.; Nardi, G.M. Evaluation of the Effectiveness of Different Types of Professional Tooth Whitening: A Systematic Review. *Bioengineering* **2024**, *11*, 1178. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11121178>

Academic Editor: Yunfeng Wu

Received: 26 October 2024

Revised: 14 November 2024

Accepted: 18 November 2024

Published: 21 November 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The WHO defines health as a state of complete physical, mental, and social well-being. A beautiful, healthy smile is undoubtedly an expression of psychosomatic well-being [1]. In common culture, a smile represents happiness and is used to communicate and connect with others, influencing not only beauty standards but also complex areas such as self-esteem. Often, inner qualities and behaviors are influenced or accentuated by aesthetic features [2,3]. Teeth are not only essential for chewing but also play a crucial role in speech and social interactions: An inability to smile due to poor oral health can significantly limit one's social relationships and affect overall social life [4,5].

Aesthetic dentistry and the perception of one's smile have gained increasing importance within the population. The aesthetic appeal of a smile has become a greater psychological and social concern, with dental appearance and disorders often impacting self-esteem and self-perception [6–8]. Many individuals wish to change aspects of their

smile, particularly the color of their teeth, which can cause discomfort, embarrassment, and anxiety in social contexts [5,9].

The color of a tooth is primarily determined by the underlying dentin [10–12]. Tooth shape also plays a role, as smooth and even surfaces appear brighter, while irregular surfaces reflect less light and appear more translucent [13]. Translucency or opacity is determined by enamel composition, consisting of organic matter, inorganic particles, and water [14–16]. Teeth are more translucent if crystal structures predominate, while a higher organic content makes them opaquer and whiter [14,16–18]. Enamel-rich teeth often appear brighter and less translucent [13]. Over time, tooth color can change as the enamel wears down, making dentin more visible and leading to a more orange hue with age [13–15,19].

Various factors cause changes in tooth color, including extrinsic and intrinsic discolorations. Extrinsic discoloration results from substances that come into contact with tooth surfaces—such as coffee, tea, alcohol, smoking, poor oral hygiene, or certain ingredients in toothpaste or mouthwash (e.g., chlorhexidine) [19–24]. Sodium bicarbonate-based powders are effective for removing stains but do not lighten the color of the tooth [25]. In contrast, intrinsic discoloration relates to internal factors like prolonged fluoride intake, genetic mutations, vitamin deficiencies, trauma, cavities, and amalgam restorations [26–32].

Tooth whitening can address extrinsic discoloration and age-related changes but not intrinsic discoloration. This cosmetic dental treatment lightens natural teeth, making them appear whiter and brighter [19]. The two primary bleaching treatments are in-office and at-home, both using active agents: hydrogen peroxide and carbamide peroxide. These agents release oxygen molecules upon contact with tooth tissues, penetrating the enamel to break down pigment molecules responsible for stains [33,34]. These compounds have been shown to be safe at the systemic level, with minimal local side effects [35–37].

Professional tooth whitening involves applying a gel with 25–40% hydrogen peroxide or up to 37% carbamide peroxide, activated by LED or laser lights or self-activated. This treatment typically follows a professional hygiene session that removes bacterial biofilm and calculus to allow proper tissue healing [19,34,38–41]. The gums are protected with a mouth gag and rubber dam during in-office procedures, though techniques vary by manufacturer. Patients are advised to follow specific dietary and lifestyle guidelines for several days after in-office whitening [38–40,42].

At-home whitening involves custom-made trays created from dental impressions, worn either during the day or at night with a gel containing 6% hydrogen peroxide or 10–16% carbamide peroxide [19]. Treatment duration varies by manufacturer and time of use (day or night). It is recommended to perform whitening after a professional hygiene session under the guidance of a dental professional [41,43].

Both professional and at-home whitening require consultation with a dentist or dental hygienist to assess suitability. An evaluation of smile aesthetics and tooth color should precede treatment, as intrinsic discolorations, enamel defects, and genetic conditions (e.g., amelogenesis and dentinogenesis imperfecta), fluorosis, trauma, or staining from old restorations cannot be effectively treated with bleaching alone [44,45].

A color assessment using an intraoral scanner or spectrophotometer should be performed to determine hue (base color on an A–B–C–D scale), chroma (saturation level, influenced by age, and enamel thickness), and lightness (brightness). This assessment guides the choice of the appropriate whitening method [46,47]. Whitening can sometimes cause temporary sensitivity, which suggests inflammatory changes in the dental pulp, though the exact cause remains unclear. It may result from fluid movement within the dentinal tubules, stimulating pulpal receptors, or from surface alterations caused by low pH and chelating agents [48–52]. Another common issue is gum irritation, which can cause redness, swelling, or white spots when the gel contacts gingival tissue [48]. In these cases, treatment should be paused and antiseptic or soothing gels or mouthwashes with natural antiseptics applied [53–55].

However, the relative effectiveness of professional versus at-home whitening remains unclear. This review aims to assess, through literature analysis, whether one treatment—

either in-office or at-home—is more effective, particularly in terms of relapse rates and side effects such as tooth sensitivity.

2. Materials and Methods

2.1. Focused Question

Evaluate the effectiveness of in-office and/or at-home dental bleaching (primary outcome), including relapses and side effects (secondary outcome).

2.2. Eligibility Criteria

The following inclusion criteria guided the analysis of the studies:

Type of studies. Randomized clinical trial, blind/double-blind clinical trial, case-control, cross-sectional, cohort studies, observational studies, and in vitro studies.

Type of participants. Healthy patients over 18 undergoing professional in-office and/or at-home dental bleaching.

Type of interventions. Professional in-office and/or at-home dental bleaching with hydrogen peroxide (HP) or carbamide peroxide (CP).

Type of results. Determination of the effectiveness of the type of bleaching, including consideration of side effects and relapse.

Only studies that met all the inclusion criteria were included. However, the following exclusion criteria were considered: articles published before 2014 and reviews.

2.3. Search Strategy

The population, intervention, comparison, outcome (PICO) model was used to perform this systematic review through examination of studies identified in electronic databases, PubMed/MEDLINE, and Cochrane Library. Initially, all study abstracts were taken into consideration, and all studies that met the inclusion criteria and evaluated efficacy of dental bleaching (in-office or at-home) were reviewed and analyzed. This review has been registered on PROSPERO (ID613248).

We performed the search using the following keywords: dental bleaching, dental whitening, professional dental bleaching, professional dental whitening, in-office dental bleaching, at-home dental bleaching, combined dental bleaching, in-office AND at-home dental bleaching, in-office dental whitening, at-home dental whitening, combined dental bleaching, in-office AND at-home dental bleaching, in-office professional dental bleaching, at-home professional dental bleaching, combined professional dental bleaching, in-office AND at-home professional dental bleaching, in-office professional dental whitening, at-home professional dental whitening, combined professional dental whitening, and in-office AND at-home professional dental whitening.

2.4. Screening and Selection of Articles

A keyword search initially yielded 571 results, covering all authors. Duplicate records from multiple searches were identified and removed by a single author.

In the first phase, results were filtered to focus on professional in-office and/or at-home dental bleaching studies. Studies that did not meet the eligibility criteria, such as reviews, meta-analyses, and studies not published in English, were excluded.

The same authors then proceeded to examine the remaining articles in full-text format (Figure 1).

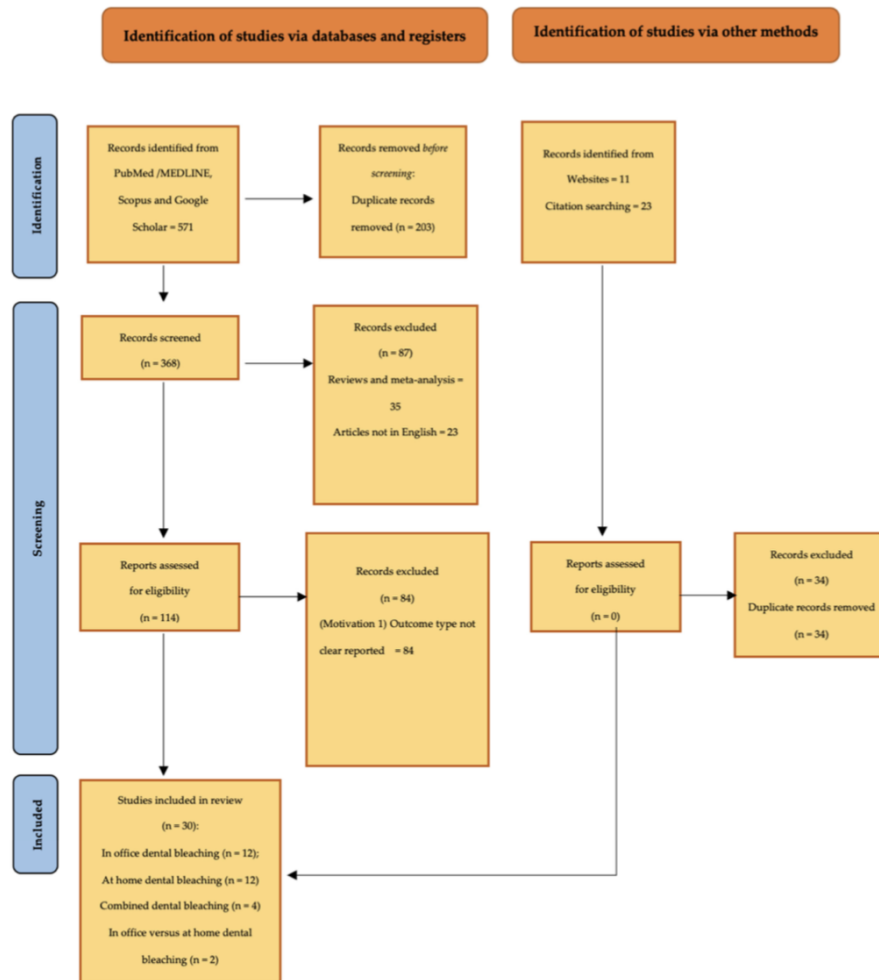


Figure 1. Flow chart of included studies: From 571 articles, duplicates were eliminated, and 368 articles have remained; from the first analysis of the abstracts, some articles were deleted that did not coincide with the eligibility criteria, and 114 reports remained for full readings of articles. After reading and according to the criteria, included in review were 30 articles.

3. Results

3.1. In-Office Dental Bleaching

Methods and participants. The 12 studies selected for this review are published in English: Most of them are clinical trials or randomized clinical trials where patients have undergone one or more professional dental bleaching sessions in-office of different

durations. In the studies involved, a total of 656 patients were analyzed (one study was conducted in vitro [56] with a follow-up of 14 days (8.3%) [57], 1 month (25%) [58–60], 3 months (8.3%) [61], 6 months (25%) [62–64], 1 year (16.7%) [65,66], and 3 years (8.3%) [67].

Intervention. The bleaching substances used in different percentages were HP and CP. A total of 58.3% of the studies used HP 35% [56,60,62,63,66,67], 16.7% HP 37.5 [59,65]–25 [56,67]–6% [59,65] and CP 35% [57,63], 8.3% HP 40 [56]–38 [58]–18% [56], and CP 37% [66]; 50% of the studies used LED light [57,61,63,64,66,67]. Tooth sensitivity was assessed in 58.3% of the studies [57,58,60,61,63,64,67], and one study also assessed gum irritation [60].

Outcomes. The tested products demonstrated effectiveness in improving tooth color regardless of the concentration used or the number and timing of sessions. Some studies indicated greater effectiveness with higher concentrations compared to lower ones [56,59,65]. In terms of tooth sensitivity, the studies reviewed did not reveal significant differences based on the type of treatment applied; however, in studies that incorporated LED light, post-treatment sensitivity appeared reduced [57,61,63,64,67]. While LED light does not seem to significantly impact the efficacy of whitening (measured by color change), one study reported enhanced whitening effectiveness when LED light was used [57] (Table 1).

Table 1. Studies focused on in-office dental bleaching included in this review [56–67].

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Altınışık 2023 [56]	In vitro	Using varying hydrogen peroxide concentrations, assess how well in-office bleaching in aesthetic dentistry affects the enamel surface's roughness and color stability.	50 human incisors were randomly divided into the following: Group 1: No bleaching was performed in the control group. Group 2: 40% HP with fluoride (F); 2 applications of 20 min for session (2 sessions 7 days apart). Group 3: 35% HP with calcium (Ca); 1 application of 40 min for session (2 sessions 7 days apart). Group 4: 25% HP with nano-hydroxyapatite (nHA); 3 applications of 15 min for session (2 sessions 7 days apart). Group 5: 18% HP with nHA; 5 applications of 10 min for session (2 sessions 7 days apart).	Color at baseline, after the first and second sessions of bleaching, and, finally, after the staining protocol (Easysshade Spectrophotometer).	The highest coloration after bleaching was seen with 40% HP with F and 25% HP with nHA, while the lowest was observed with 35% HP with Ca and 18% HP with nHA, with no significant difference compared to the control group.
Brugnera 2020 [57]	RCT	Examine the impact on tooth color change and sensitivity of the violet light-emitted diode (LED) light (405–410 nm) used in in-office dental bleaching with 35% carbamide peroxide.	50 patients were selected and randomized into the following: Group 1: CP 35% two bleaching sessions of 30 min each, with 7-day intervals; Group 2: CP 35% two bleaching sessions of 30 min each, with 7-day interval + LED.	Color at baseline and 14 days after the second session (Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer). Tooth sensitivity immediately after treatment and 48 h post-session (Visual Analog Scale).	The violet LED light (405–410 nm) could improve dental bleaching effectiveness without sensitivity increase.
Martins 2018 [58]	RCT	Examine the differences in tooth sensitivity and bleaching effectiveness between two 20 min treatments and a 40 min application of 38% hydrogen peroxide.	41 patients were divided into (split-mouth) the following: Group 1: HP 38% (2 × 20 min) Group 2: HP 38% (1 × 40 min)	Color at baseline and 30 days following the second treatment (Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer). Tooth sensitivity up to 48 h (Visual Analog Scale).	The use of a 40 min in-office bleaching agent gel application produced the same whitening degree and tooth sensitivity that the two 20 min bleaching agent applications did.
Bersezio 2019 [59]	RCT	Examine whether 37.5% and 6% hydrogen peroxide (HP) gel may produce results that are equally good.	33 patients were divided into (split-mouth) the following: Group 1: HP 37.5% (3 × 12 min) Group 2: HP 6% (3 × 12 min) Two sessions of bleaching were carried out each week.	Color at baseline, one week, and one month after treatment (Vita Classical and Easysshade Spectrophotometer).	Both groups showed color variation between the initial measurement and subsequent times. One-month post-treatment, ΔE was 9.06 in the 37.5% HP group and 5.69 in the 6% HP group, with a statistically significant difference beginning in the second session.

Table 1. Cont.

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Favoreto 2024 [60]	RCT	Analyze the participants' self-perception, color change, side effects, and impact on oral health after undergoing in-office dental bleaching.	165 patients were divided into the following: Group 1: HP 35% 2 applications of 20 min each (2 × 20 min) Group 2: HP 35% 1 × 40 min Group 3: HP 35% 1 × 30 min	Color at baseline, after first and second sessions, and 30 days after treatment (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i> , and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity and gingival irritation at 1, 24, and 48 h after treatment (<i>Visual Analog Scale</i>).	A similar color change was noted ($p < 0.001$), showing no significant difference among the groups. The group 2 × 20 min showed the greatest risk of TS (76%, 95% CI 63 to 85) when compared to the 1 × 30 min ($p < 0.04$). The severity of TS and GI along with the GI risk was comparable across the groups ($p > 0.31$).
Mayer-Santos 2022 [61]	RCT	Examine how bleaching using violet LED light (405–410 nm), either alone or in combination with hydrogen peroxide (HP) gel, affects color change and tooth sensitivity.	100 patients were divided into the following: Group 1: 35% HP (4 sessions, 1 × /week) Group 2: violet LED (4 sessions, 1 × /week) Group 3: violet LED (4 sessions, 2 × /week) Group 4: hybrid technique (violet LED + HP 35%; 4 sessions, 1 × /week)	Color at baseline, 14 days, and 3 months after treatment (<i>Colorimetric tests</i>). Tooth sensitivity (<i>Visual Analog Scale</i>).	Color variation was similar between techniques in G1 and G4, while G2 and G3 showed no difference but were less effective in bleaching. In terms of tooth sensitivity, G2 and G3 reported no sensitivity, and G4 showed lower sensitivity than G1.
Tsujimoto 2021 [62]	Clinical trial	Analyze how light exposure affects an in-office whitening agent's therapeutic efficacy.	The in-office whitening agent (35%) was used in this study: Group 1: HP 35% with light irradiation (5 min + 3 min with lamp + 7 min for three times) Group 2: HP 35% without light irradiation (20 min)	Color at baseline, immediately after, and 6 months after treatment using a spectrophotometer (<i>Easysshade Spectrophotometer</i>).	The ΔE and shade had no significant differences with or without light irradiation.
Santos 2021 [63]	RCT	Examine the effects of an in-office violet light emitting diode (LED) system (405 nm) on tooth whitening, sensitivity, post-whitening medicine use, and overall quality of life.	80 patients were divided into the following: Group 1: violet LED (30 min) Group 2: CP 35% and violet LED (30 min); Group 3: only CP 35% (30 min) Group 4: HP 15% for 15 min for three sessions 4 whitening sessions, 7 days apart	Color at baseline, 15 and 180 days after treatment (<i>Vita Classical</i> and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity at baseline, 15, and 180 days after treatment (<i>Visual Analog Scale</i>).	The findings indicated that the violet LED did not whiten teeth with the same intensity on its own as it did when combined with 35% CP. Nonetheless, since pain was not regularly noted in G2, it can be proposed that the treatment with LED + 35% CP resembles that of 35% HP for tooth whitening, albeit with superior pain results.
Sobral 2021 [64]	RCT	Evaluate the level of tooth sensitivity (TS), alterations in color, and treatment durability during a 6-month follow-up for two bleaching techniques.	60 patients were divided into the following: Group 1: one bleaching session with an HP 35% gel and a second bleaching session after 7 days (40 min for each session). Group 2: two bleaching sessions with two applications per session (30 min for one application), each session with a 7-day interval, using a light-emitting diode (LED) device emitting violet light (405–410 nm) without employing peroxide-containing bleaching gel.	Color at baseline, immediately after each bleaching session, and again at 15, 30, and 180 days. (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i>). Tooth sensitivity before and after each bleaching session (<i>Visual Analog Scale</i>).	Violet light alone effectively bleached teeth and had the clinical advantage of causing less immediate postoperative sensitivity. However, it resulted in unwanted repigmentation after the bleaching treatment.
Estay 2020 [65]	Randomized and prospective double-blind clinical trial	In an in-office bleaching situation, compare the color change and stability of low-concentration (6%) hydrogen peroxide gel (HP) to that of typical 37.5% gel after a year.	25 patients: Group 1: HP 6% (3 × 12 min) Group 2: HP 37.5% (3 × 12 min) Two sessions of bleaching were carried out each week.	Color at baseline, following first session, 7 days, and 1 and 3 months after treatment (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i> , and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>).	After 1 year, 37.5% HP showed significantly better color rebound than 6% HP.

Table 1. Cont.

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Kury 2022 [66]	RCT	Examine the long-term effects of bleaching in a workplace using violet LED light (LED) either by itself or in conjunction with hydrogen (HP) or carbamide (CP) peroxides.	82 patients were divided into the following: Group 1: LED, Group 2: CP 37% Group 3: LED/CP 37% Group 4: HP 35% Group 5: LED/HP 35% Three sessions at 7-day intervals (30 min)	Color at baseline, 6 and 12 months after treatment applying the CIELab coordinates' values obtained using a spectrophotometer (Easysshade Spectrophotometer)	LED alone promoted long-term perceptible bleaching but was not compatible with that of high-concentrated HP. The bleaching outcomes of violet irradiation to 37% CP were maintained over time, with LED/CP demonstrating comparable results to HP even after 12 months.
Mondelli 2018 [67]	RCT	Assess the impact of a hybrid light (HL) source on patients undergoing various in-office bleaching procedures in terms of color change, stability, and tooth sensitivity.	20 patients were divided into the following (split-mouth): Group 1: 35% Lase Peroxide Sensy (LPS) + HL with HP 35% Group 2: 35% LPS with HP 35% Group 3: 25% LPS + HL with HP 25% Group 4: 35% HP (WHP): HP 35% For the groups activated with HL, the HP was applied on the enamel surface three consecutive times using a 3 × 2 min protocol. For the other groups, HP was applied 3 × 15 min, totaling 45 min.	Color at baseline, 24 h, one week, and one, 12, and 36 months after (Easysshade Spectrophotometer). Tooth sensitivity immediately following treatment, 24 h, and one week after (Visual Analog Scale).	Statistical analysis showed no significant differences in ΔE between in-office bleaching techniques with or without HL at the evaluated times. The groups without HL showed significant ΔE differences between 24 h and later follow-up times, along with increased tooth sensitivity in the initial periods. All techniques and bleaching agents were effective in maintaining color stability over the 36-month evaluation.

3.2. At-Home Dental Bleaching

Methods and participants. The 12 studies selected for this review are published in English: Most of them are clinical trials or randomized clinical trials where patients have undergone at-home dental bleaching of different durations. In the studies involved, a total of 755 patients were analyzed with a follow-up of 5 weeks (8.3%) [68], 1 month (25%) [41,69,70], 3 months (8.3%) [71], 6 months (16.7%) [72,73], 30 months (8.3%) [74], 42 months (8.3%) [75], and 1 year (25%) [76–78].

Intervention. The bleaching substances used in different percentages were HP and CP. A total of 58.3% of the studies used CP 10% [41,68,72–74,76,77], 33.3% HP 10% [69,70,76,78], 16.7% HP 6% [72,78], 8.3% HP 4 [70]–6.5 [71]–7.5% [78], and CP 16 [75]–37% [41]. Tooth sensitivity was assessed in 50% of the studies [61,68–71,76], and two studies also assessed gum irritation [41,76].

Outcomes. The use of the tested products has demonstrated effectiveness in improving color regardless of concentration or treatment duration. One study found greater effectiveness with 10% carbamide peroxide (CP) compared to 6% hydrogen peroxide (HP) [72]. No significant differences were observed in tooth sensitivity after whitening, except in one study where higher gel concentrations led to more side effects [70] and another study where longer treatment durations were associated with the onset of similar effects [71] (Table 2).

Table 2. Studies focused on at-home dental bleaching included in this review [41,68–78].

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Sutil 2022 [41]	RCT	Assess the effectiveness of bleaching, tooth sensitivity, and gum irritation in whitening patients using 10% compared to 37% carbamide peroxide.	80 patients were allocated to the following: Group 1: 37% CP Group 2: 10% CP In both groups, patients performed whitening for 3 weeks, 4 h/day for 10% group and 30 min/day for 37% group.	Color at baseline, weekly, and 30 days after treatment (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easyshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity and gingival irritation daily for three weeks throughout the treatment (<i>Numeric Rating Scale and Visual Analog Scale</i>).	The 37% CP group showed quicker whitening results than the 10% CP group within 1–3 weeks, although both groups had similar bleaching outcomes one month after treatment. There were no significant differences in sensitivity or gingival irritation between the 10% and 37% CP groups.
Pavani 2023 [68]	RCT	Examine changes in color and sensitivity of the teeth using 10% carbamide peroxide.	66 patients were allocated to the following: Group 1: trays for 2 h daily Group 2: trays for 4 h daily Group 3: trays for 8 h daily	Color at baseline, one, two, and three weeks after the beginning of the bleaching treatment, as well as two weeks after the treatment (<i>Vita Bleached guide and Easyshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity at baseline, one, two, and three weeks after the beginning of the bleaching treatment, as well as two weeks after the treatment (<i>Visual Analog Scale</i>).	Group 3 showed significantly higher color change in the upper arch than Group 1 in subjective analysis from T1 to T4. However, no statistical differences were found between the groups in objective analysis.
Chemin 2021 [69]	RCT	Evaluate different protocols for at-home use of 10% hydrogen peroxide in whitening effectiveness and tooth sensitivity.	72 patients were allocated to the following: Group 1: HP 10% once daily for 15 min Group 2: HP 10% once daily for 30 min Bleaching was performed for 14 days in both groups.	Color before bleaching, during bleaching (1st and 2nd weeks), and 1 month after the bleaching (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easyshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity (<i>Numeric Rating Scale and Visual Analog Scale</i>).	After 2 weeks of bleaching, a significant whitening effect was observed across all color measurements, with no difference between G1 and G2. Both the absolute risk and intensity of tooth sensitivity were similar.
Chemin 2018 [70]	RCT	Evaluate the risk for and intensity of tooth sensitivity and color change of at-home dental bleaching with 4% and 10% hydrogen peroxide.	78 patients were allocated to the following: Group 1: 4%HP twice daily for 30 min Group 2: 10%HP twice daily for 30 min Bleaching was performed for 14 days in both groups.	Color before bleaching, during bleaching (1st and 2nd weeks), and 1 month after the bleaching (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easyshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity (<i>Numeric Rating Scale and Visual Analog Scale</i>).	The group using HP 10 had a higher absolute risk and intensity of tooth sensitivity than the HP 4 group. Both groups showed significant whitening after one month and no difference between them.
Botelho 2017 [71]	RCT	Investigate the effectiveness of two home bleaching modalities on whitening of tetracycline-stained teeth.	26 patients were allocated to the following: Group 1: tray containing CP 15% 2 h or overnight during the 3-month trial period Group 2: strip containing HP 6.0% twice daily for 30 min during the 3-month trial period	Color: Lightness (L*), redness (a*), and yellowness (b*) were measured with colorimeter at baseline, one, two, and three months.	During a three-month period, a 6.0% hydrogen peroxide strip achieved comparable results to the 15% carbamide peroxide tray system.
Aka 2017 [72]	RCT	Compare the bleaching efficacy of two different at-home bleaching systems on teeth of different shades and their color stability after a 6-month follow-up.	92 patients were allocated to the following: Group 1: negative control Group 2: tray containing CP 10% 8–10 h daily for 14 days Group 3: pre-loaded tray containing HP 6% 1 h daily for 14 days	Color at the baseline, 10 days and 14 days of bleaching, 2 weeks, and 6 months after bleaching (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easyshade Spectrophotometer</i>).	Both bleaching agents resulted in a bleaching effect, but 10% CP/PF was more potent.

Table 2. Cont.

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Darriba 2019 [73]	RCT	Determine whether prolonging the daytime at-home bleaching treatment by 1 week increases the bleaching effect without causing more side effects.	50 participants were randomly divided into two groups: Group 1: CP 10% once daily for 2 h/14-day treatment Group 2: CP 10% once daily for 2 h/21-day treatment	Color at baseline, at the end of treatment, and 1 and 6 months afterward (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity and Gingival irritation daily self-reported.	A 3-week daytime application of at-home bleaching achieves greater whitening results than a 2-week application, both immediately after treatment and at 1- and 6-months post-treatment, though it may cause slightly more side effects. Extending the treatment duration from 2 to 3 weeks is recommended for better and more lasting results.
De Geus 2017 [74]	RCT	Evaluate the color longevity after 30 months of at-home bleaching with CP 10% in smokers and nonsmokers.	60 patients, 30 smokers (Group 1) and 30 nonsmokers (Group 2) were subjected to bleaching with 10% CP for three hours daily for three weeks	Color at baseline and at one month and 30 months after dental bleaching (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer</i>).	For both shade guides, only the assessment time factor was statistically significant. Both groups showed effective whitening at baseline, which remained stable at one month. However, after 30 months, color rebound was noted in both groups.
Llena 2020 [75]	Retrospective study	Assess the whitening efficacy of a 16% carbamide peroxide gel after 42 months of clinical follow-up.	95 patients CP 16% was applied for 90 min a day for 4 weeks using individualized trays.	Color at baseline, 1 week after the end of treatment, and every 6 months until completing 42 months of follow-up (<i>Easysshade Spectrophotometer</i>).	The home application of 16% CP gel for 90 min a day for 4 weeks using individualized trays resulted in whitening that remained stable over the 42 months of follow-up.
Mailart 2021 [76]	RCT	Compare the bleaching efficacy of HP 10% at-home systems using PT or CT (prefill or customize trays).	60 participants were allocated to the following: Group 1: HP 10% PT-30 min daily Group 2: HP 10% CT-30 min daily Group 3: CP 10% CT-2 h daily Group 4: CP 10% CT-8 h daily Bleaching was performed for 14 days in both groups.	Color (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity at 2, 7, and 14 days after the beginning of treatment and 48 h after the end of treatments (<i>Visual Analog Scale</i>) and gingival condition at baseline, at the end of the treatment, and 48 h after the end (<i>Lie index</i>).	After 1 year, color differences among the groups were similar, as was the sensitivity risk. Sensitivity intensity and gingival irritation were mild across all gels.
Martini 2021 [77]	RCT	Evaluate the color change stability and patient satisfaction after one year of at-home bleaching with 10% carbamide peroxide in trays with or without reservoirs.	46 patients were allocated to the following: Group 1: tray with reservoirs Group 2: tray without reservoirs CP 10% (3 h/daily; 21 days)	Color at baseline, one month, and one year after the completion of bleaching (<i>Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer</i>).	Bleaching tray design had no impact on bleaching stability with 10% CP, and patients were highly satisfied with results regardless of tray design. No significant color rebound was observed one year after bleaching with 10% CP.
Pinto 2017 [78]	RCT	Assess the colorimetric variation in the incisors and canines of adolescents aged 12 to 20 years undergoing at-home whitening, as well as examine tooth sensitivity during the procedures using a questionnaire.	30 adolescents were allocated to the following: Group 1: HP 6.0% (1 h a day for 7 days) Group 2: HP 7.5% (1 h a day for 7 days) Group 3: HP 10% (30 min twice a day for 7 days) Group 4: Control group—placebo (1 h a day for 7 days).	Color at baseline, 7, 30, 180, and 360 days after treatment (<i>Vita Bleached guide</i>).	Both tooth whitening gels and whitening strips produced similar results one month post-treatment. All products showed color stability after 12 months of follow-up.

3.3. Combined Dental Bleaching

Methods and participants. The four studies selected for this review are published in English: Most of them are clinical trials where patients have undergone one professional dental bleaching session in an office or at-home dental bleaching compared with the use of both bleaching systems. In the studies involved, a total of 223 patients were analyzed with a follow-up of 14 days (25%) [79], 43 days (25%) [80], 4 weeks (25%) [81], and 6 months (25%) [82].

Intervention. The bleaching substances used in different percentages were HP and CP. In a study, the use of HP 35% in office was compared with the combined use of HP 35% in

office and HP 6% at home [79]; in a study, the use of HP 40% in office was compared with CP 10% at home and compared with the combined use of HP 40% in office and CP 10% at home [80]; in a study, the use of HP 40% in office was compared with HP 10% at home and compared with the combined use of HP 40% in office and HP 10% at home [81]; in a study, the use of HP 38% in office was compared with the combined use of HP 38% in office and CP 10% at home [82]. Tooth sensitivity was assessed in all studies, and one study also assessed gum irritation [81].

Outcomes. The studies analyzed show mixed results. It appears there is no significant difference between combined bleaching and using either in-office or at-home bleaching alone, with only one study reporting better results for combined bleaching. One study found increased tooth sensitivity with the use of combined or in-office bleaching [80], while another reported greater sensitivity with combined and at-home bleaching treatments [81] (Table 3).

Table 3. Studies focused on combined dental bleaching included in this review [79–82].

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Takamizawa 2023 [79]	RCT	Assess the whitening effectiveness, as well as the intensity and absolute risk of tooth sensitivity, during dual whitening when prefilled at-home whitening trays are used between in-office whitening sessions.	66 subjects were divided into the following: Group 1: At-home whitening was performed 10 times between the in-office whitening treatments (once a day for 90 min). Group 2: At-home whitening was performed 5 times between the in-office whitening treatments (once a day for 90 min). Group 3: Only in-office whitening was performed. An in-office whitening agent containing HP 35% (20 min/3 times at weekly intervals). A prefilled tray with a whitening agent containing HP 6% was used for at-home whitening.	Color before and after treatment six times (Spectrophotometer). Tooth sensitivity during and up to 24 h after whitening (Visual Analog Scale).	Dual whitening may lead to quicker and more intense whitening results compared to in-office whitening alone.
Zhong 2023 [80]	Clinical trial	Compare the clinical effectiveness of at-home, in-office, and combined bleaching treatments.	41 participants were divided into the following: Group 1: at-home bleaching using CP 10% for 14 days Group 2: two sessions of in-office bleaching using HP 40% with a one-week interval Group 3: one session of in-office bleaching followed by at-home bleaching for 7 days Group 4: at-home bleaching for 7 days followed by one session of in-office bleaching	Color at baseline, 8, 15, and 43 after the end of the bleaching treatment (Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer). Tooth sensitivity was recorded for 16 days (Visual Analog Scale).	All bleaching treatments showed significant color improvement, with similar color changes observed across different regimens at all evaluation time points. The order of treatments, whether in-office or at-home bleaching, did not influence the whitening effectiveness. However, in-office and combined bleaching regimens resulted in greater tooth sensitivity compared to at-home bleaching.
Pinto 2019 [81]	Clinical trial	Assess dental bleaching methods that use hydrogen peroxide, focusing on tooth sensitivity and gingival irritation.	75 patients were divided into the following: Group 1: at-home 10%HP for 15 days of continuous use (1 h per day) Group 2: in-office HP 40% in three sessions (40 min each session) Group 3: combined with one initial session with HP 40% and the rest with HP 10% for 15 days of continuous use.	Color at baseline, after 24 h, and 8 and 15 days from the end of treatment (Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easysshade Spectrophotometer). Tooth sensitivity and gingival irritation at baseline, after 24 h, and 8 and 15 days from the end of treatment (Visual Analog Scale).	All the dental bleaching techniques proved equally effective in promoting tooth color change. The at-home and the combined techniques may cause greater dental sensitivity than the in-office technique and led to a higher prevalence of gingival irritation.

Table 3. Cont.

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Rodrigues 2018 [82]	Clinical trial	Assess the impact of combining at-home and in-office bleaching treatments on tooth sensitivity and whitening effectiveness.	41 patients were divided into the following: Group 1: in-office bleaching with HP 38% (45 min) + second session Group 2: in-office bleaching with HP 38% + tray containing CP 10% (4 h daily) delivered during 7 consecutive days	Color at 7 days after each in-office session (for patients receiving in-office procedures only) or after the end of at-home bleaching (for the combined protocol) and 6 months after the last procedure for both bleaching protocols (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i> , and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity	After one in-office bleaching session, there was no difference in bleaching effectiveness and tooth sensitivity between performing a second in-office session and associating it with 1-week at-home bleaching.

3.4. In-Office Versus At-Home Dental Bleaching

Methods and participants. The two studies selected for this review are published in English: Most of them are clinical trials or randomized clinical trials where patients have undergone one professional dental bleaching session in-office or at-home dental bleaching. In the studies involved, a total of 50 patients were analyzed with a follow-up of 6 months.

Intervention. The bleaching substances used in different percentages were HP and CP. In a study, the use of HP 35% in-office was compared with CP 16% at home [83]; in the other study, the use of HP 38% in-office was compared with CP 15% at home [84].

Outcomes. The studies indicate that in-office dental bleaching is associated with a higher recurrence rate compared to at-home treatments and also causes greater tooth sensitivity (Table 4).

Table 4. Studies focused on in-office versus at-home dental bleaching included in this review [80,81].

Authors	Type of Study	Problem	Intervention and Control	Measurements	Outcomes
Mounika 2018 [83]	Clinical trial	Compare the clinical performance, longevity, and associated tooth sensitivity of two vital bleaching methods (in-office and at-home bleaching) using a split-mouth design.	30 patients were divided into the following: Group 1: HP 35% 3 × 15 min with an interval of 7 days between each session Group 2: CP 16%-night guard bleaching 8 h daily for 3 weeks	Color at 1-, 2-, 3-, and 4-week intervals during bleaching and postoperatively at 3- and 6-month intervals (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i> , and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity (<i>Visual Analog Scale</i>).	At-home and in-office bleaching treatments are equally effective in achieving tooth whitening. However, color evaluation at 3 and 6 months revealed a greater color decline with the in-office bleaching procedure.
Moghadam 2013 [84]	RCT	Assess the color change, rebound effect, and sensitivity associated with at-home bleaching using 15% carbamide peroxide and power bleaching with 38% hydrogen peroxide.	20 patients were divided into the following: Group 1: at-home CP 15% 4 h/day, 2 weeks Group 2: in-office dental bleaching HP 38% for 33 × 15 min	Color before bleaching, immediately after bleaching, at 2 weeks, 1-, 3-, and 6-month intervals (<i>Vita Classical</i> , <i>Vita Bleached guide</i> , and <i>Easysshade Spectrophotometer</i>). Tooth sensitivity (<i>Visual Analog Scale</i>).	Both bleaching techniques produced similar tooth-whitening results and post-operative sensitivity. However, power bleaching resulted in faster color regression, even though the color in both groups returned to baseline levels after 6 months.

3.5. Risk of Bias

Randomization, allocation concealment, blinding, outcome data, and outcome recording were assessed. A color code was assigned based on the level of risk: a Green symbol was used when the information was complete for the considered variable (low risk of bias); a yellow symbol was used when information was missing or unclear (moderate risk of bias); and a red symbol was assigned when the procedure was not properly executed (high risk of bias) [85].

Tables 5–8 show the risk of bias in the main articles examined; this review presents a moderate risk of bias.

Table 5. Risk of bias of in-office dental bleaching studies included in this review.

Articles	Adequate Sequence Generated	Allocation Concealment	Blinding	Incomplete Outcome Data	Registration Outcome Data
Altınışık 2023 [56]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Brugnera 2020 [57]	✓	✓	✓	✓	✓
Martins 2018 [58]	✓	✓	⊖	✓	✓
Bersezio 2019 [59]	✓	✓	✓	✓	✓
Favoreto 2024 [60]	⊖	⊖	✓	✓	✓
Mayer-Santos 2022 [61]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Tsujimoto 2021 [62]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Santos 2021 [63]	✓	✓	✓	✓	✓
Sobral 2021 [64]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Estay 2020 [65]	✓	✓	✓	✓	✓
Kury 2022 [66]	⊖	⊖	✓	✓	✓
Mondelli 2018 [67]	✓	⊖	⊖	✓	✓

Table 6. Risk of bias of at-home dental bleaching studies included in this review.

Articles	Adequate Sequence Generated	Allocation Concealment	Blinding	Incomplete Outcome Data	Registration Outcome Data
Sutil et al., 2022 [41]	✓	✓	⊖	✓	✓
Pavani et al., 2023 [68]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Chemin et al., 2021 [69]	✓	✓	⊖	✓	✓
Chemin et al., 2018 [70]	✓	✓	⊖	✓	✓
Botelho et al., 2017 [71]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Aka et al., 2017 [72]	✓	✓	⊖	✓	✓
Darriba et al., 2019 [73]	✓	✓	⊖	✓	✓
De Geus et al., 2017 [74]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Llena et al., 2020 [75]	⊖	⊖	⊖	✓	✓
Mailart et al., 2021 [76]	✓	⊖	⊖	✓	✓

Table 6. Cont.

Articles	Adequate Sequence Generated	Allocation Concealment	Blinding	Incomplete Outcome Data	Registration Outcome Data
Martini et al., 2021 [77]	✓	✓	✓	✓	✓
Pinto et al., 2017 [78]	✗	✗	✗	✓	✓

Table 7. Risk of bias of combined dental bleaching studies included in this review.

Articles	Adequate Sequence Generated	Allocation Concealment	Blinding	Incomplete Outcome Data	Registration Outcome Data
Takamizawa et al., 2023 [79]	✗	✗	✗	✓	✓
Zhong et al., 2023 [80]	✓	✓	✗	✓	✓
Pinto et al., 2019 [81]	✓	✓	✗	✓	✓
Rodrigues et al., 2018 [82]	✓	✓	✗	✓	✓

Table 8. Risk of bias of in-office versus at-home dental bleaching studies included in this review.

Articles	Adequate Sequence Generated	Allocation Concealment	Blinding	Incomplete Outcome Data	Registration Outcome Data
Mounika et al., 2018 [83]	✓	✓	✗	✓	✓
Moghadam et al., 2013 [84]	✗	✗	✗	✓	✓

4. Discussion

The objective of this review was to assess the effectiveness of in-office, at-home, and combined dental bleaching treatments. Additionally, where applicable, the long-term effects on color stability (measured using the Vita Classical, Vita Bleached guide, and Easyshade Spectrophotometer) and tooth sensitivity (evaluated using the Visual Analogue Scale) were also considered.

The studies included in this review evaluated patients of various ages who underwent dental bleaching treatments, whether in-office, at home, or through a combination of the two methods. The bleaching agents used in these treatments are those commonly applied in clinical practice, specifically hydrogen peroxide (HP) and carbamide peroxide (CP), with varying concentrations and protocols in terms of treatment duration and method of application. For in-office bleaching, HP was generally preferred, applied at concentrations from 4% to 40%, while CP was used in only 25% of cases. Sessions lasted between 20 and 40 min or, in some instances, up to five sessions of 15 to 45 min each at weekly intervals [56,58–67]. For at-home bleaching, CP was used at concentrations from 10% to 37% [41,68,71–77] or HP at 4% to 10%, with application times from 30 min to 10 h per day over a period of 7 to 28 days [69–72,76,78]. For combined bleaching, at-home treatment was conducted for 1 to 2 weeks, followed by a single in-office session [79–82].

The results indicate that all treatment types effectively achieve the desired clinical outcomes, with no one treatment proving more effective than the others. Studies comparing different treatment types showed mixed findings, consistent with prior research showing no significant differences in efficacy or tooth sensitivity for most cases [39,44]. Additionally, the findings in this review do not account for variability across clinical protocols, including

differences in daily usage duration, number of sessions, and product concentrations across whitening techniques [86].

For in-office treatments, no significant differences in color change were observed regardless of product type (HP or CP at different concentrations), whether performed in single or multiple applications (up to four) with varying durations and intervals (typically weekly). Some studies suggest that higher concentrations of HP may be more effective for color change [56,59,65], and differences in tooth sensitivity may depend on the use of LED light as an adjunct [57,61,63,64,67]; indeed, LED light appears to enhance the effectiveness of whitening without increasing dentinal sensitivity [57]. However, this is not consistently supported in the literature, where no conclusive evidence confirms this effect [87,88]. Bersezio et al. (2019) and Estay et al. (2020) highlight that a higher concentration of HP (comparing HP 37.5% to HP 6%) is effective in achieving and maintaining color change over time without relapse [59,65]. This contrasts with Maran et al. (2020), who report that the concentration of HP, whether low or high, does not significantly impact results [39]. This review also indicates that a single session can be as effective as multiple sessions, with other studies confirming that additional gel applications do not necessarily improve color outcomes, although further research is needed [89].

In examining at-home bleaching, no significant differences were observed in treatment efficacy based on higher or lower concentrations or longer or shorter exposure times. However, some researchers argue that higher concentrations may improve whitening results, albeit with a greater risk of tooth sensitivity [70], as can extending treatment duration [73]. At-home bleaching appears to provide effective long-term results, lasting up to one year [77]. One study suggests a difference in efficacy related to the bleaching agent type [72], indicating that carbamide peroxide may be more effective, consistent with the existing literature [90].

Combined bleaching, however, does not appear to offer additional benefits over single-type treatments and may increase tooth sensitivity, according to studies in this review [80,81]. This finding is supported by other research comparing professional tooth whitening methods, which suggests that combined bleaching does not enhance color intensity beyond that achieved with single treatments [91]. A recent systematic review and meta-analysis similarly found no statistically significant differences in color outcomes between in-office and combined bleaching, though higher tooth sensitivity was associated with the combined approach [92].

Studies comparing approaches generally reported similar effectiveness, except in comparisons of at-home and in-office bleaching, where at-home treatments were associated with longer-lasting results [83]. Notably, though based on only two studies, the results suggest that in-office whitening with high HP concentrations may be linked to higher recurrence rates within six months compared to at-home treatments using CP [83,84]. This finding aligns with the recent literature indicating that color achieved with at-home bleaching remains stable for 1 to 2.5 years, though relapses may occur sooner in cases of severe discoloration [93].

Overall, it is important to highlight that, in studies where patient satisfaction [61,77,78], self-perception of whitening [57,60,61,81], or quality-of-life impacts and psychological well-being were assessed through questionnaires [60,61,63,65], patients reported positive feedback.

A limitation of this review is the heterogeneity of the studies, which prevents identifying a superior treatment type, even regarding side effects such as tooth sensitivity. The studies varied widely in terms of the whitening gels used, session durations (for in-office treatments), overall treatment durations (for at-home treatments), gel concentrations, and follow-up. Future studies would benefit from standardizing these variables to enable more meaningful comparisons.

New trends in dental whitening include the use of hybrid lights (LED/laser), which can reduce in-office treatment time and minimize associated dentinal sensitivity while maintaining the same efficacy in color change [67,94]. Additionally, gels (for both in-office and at-home whitening) containing titanium dioxide nanoparticles co-doped with

nitrogen and activated by third-generation visible light show promise in achieving effective whitening with reduced dentinal sensitivity, though further clinical studies are needed to confirm these properties [36,95]. Investigating the efficacy of these alternative therapies, by comparing them with standard clinical protocols, could provide insights into which treatment offers the best outcomes regarding both efficacy and side-effect reduction.

5. Conclusions

Tooth whitening treatments use hydrogen peroxide and carbamide peroxide gels to restore the natural color of teeth by removing intrinsic and extrinsic stains. Available methods include in-office, at-home, and combined approaches, with effectiveness depending on the type of gel, its concentration, and application time. While all methods generally yield positive results, at-home bleaching with carbamide peroxide may provide longer-lasting whitening with fewer relapses compared to in-office treatments. However, in-office treatments using higher concentrations can initially be more effective, though they may carry a greater risk of side effects, such as increased sensitivity. Further research is necessary to validate these findings, as there is no definitive consensus on the optimal approach or on the sensitivity levels associated with each method.

Author Contributions: Conceptualization, A.B. and G.M.N.; methodology C.M. and S.C.; software A.B. and G.R.; validation G.M.N. and S.C.; formal analysis G.R. and S.C.; investigation A.B. and C.M.; resources G.R. and G.M.N.; data curation A.B., C.M. and G.M.N.; writing—original draft preparation A.B. and C.M.; writing—review and editing C.M., G.R. and S.C.; visualization G.M.N.; supervision G.R.; project administration A.B., G.R. and S.C. All authors have read and agreed to the published version of this manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: This study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available upon request from the corresponding author.

Acknowledgments: The authors would like to thank the manufacturers of the products tested.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

- Schramme, T. Health as Complete Well-Being: The WHO Definition and Beyond. *Public Health Ethics* **2023**, *16*, 210–218. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Krys, K.; Melanie Vaclair, C.; Capaldi, C.A.; Lun, V.M.; Bond, M.H.; Dominguez-Espinosa, A.; Torres, C.; Lipp, O.V.; Manickam, L.S.; Xing, C.; et al. Be Careful Where You Smile: Culture Shapes Judgments of Intelligence and Honesty of Smiling Individuals. *J. Nonverbal. Behav.* **2016**, *40*, 101–116. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Brinck, I. Empathy, engagement, entrainment: The interaction dynamics of aesthetic experience. *Cogn. Process.* **2018**, *19*, 201–213. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Peres, M.A.; Macpherson, L.M.D.; Weyant, R.J.; Daly, B.; Venturelli, R.; Mathur, M.R.; List, S.; Celeste, R.K.; Guarnizo-Herreño, C.C.; Kearns, C.; et al. Oral diseases: A global public health challenge. *Lancet* **2019**, *394*, 249–260. [[CrossRef](#)]
- Kaur, P.; Singh, S.; Mathur, A.; Makkar, D.K.; Aggarwal, V.P.; Batra, M.; Sharma, A.; Goyal, N. Impact of Dental Disorders and its Influence on Self Esteem Levels among Adolescents. *J. Clin. Diagn. Res.* **2017**, *11*, ZC05–ZC08. [[CrossRef](#)]
- Militi, A.; Sicari, F.; Portelli, M.; Merlo, E.; Terranova, A.; Frisone, F.; Nucera, R.; Alibrandi, A.; Settineri, S. Psychological and Social Effects of Oral Health and Dental Aesthetic in Adolescence and Early Adulthood: An Observational Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 9022. [[CrossRef](#)]
- Stojilković, M.; Gušić, I.; Berić, J.; Prodanović, D.; Peciković, N.; Veljović, T.; Mirnić, J.; Đurić, M. Evaluating the influence of dental aesthetics on psychosocial well-being and self-esteem among students of the University of Novi Sad, Serbia: A cross-sectional study. *BMC Oral Health* **2024**, *24*, 277. [[CrossRef](#)]
- Joiner, A.; Luo, W. Tooth colour and whiteness: A review. *J. Dent.* **2017**, *67S*, S3–S10. [[CrossRef](#)]
- Kershaw, S.; Newton, J.T.; Williams, D.M. The influence of tooth colour on the perceptions of personal characteristics among female dental patients: Comparisons of unmodified, decayed and ‘whitened’ teeth. *Br. Dent. J.* **2008**, *204*, E9–E257. [[CrossRef](#)]
- Ten Bosch, J.J.; Coops, J.C. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J. Dent. Res.* **1995**, *74*, 374–380. [[CrossRef](#)]

11. Watts, A.; Addy, M. Tooth discolouration and staining: A review of the literature. *Br. Dent. J.* **2001**, *190*, 309–331. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Vaarkamp, J.; ten Bosch, J.J.; Verdonchot, E.H. Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Res.* **1995**, *29*, 8–13. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Kwon, S.R.; Wertz, P.W. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2015**, *27*, 240–257. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Yu, B.; Ahn, J.S.; Lee, Y.K. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol. Scand.* **2009**, *67*, 57–64. [[CrossRef](#)]
15. Baldassarri, M.; Margolis, H.C.; Beniash, E. Compositional determinants of mechanical properties of enamel. *J. Dent. Res.* **2008**, *87*, 645–649. [[CrossRef](#)]
16. Wiegand, A.; Vollmer, D.; Foitzik, M.; Attin, R.; Attin, T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin. Oral. Investig.* **2005**, *9*, 91–97. [[CrossRef](#)]
17. Lacruz, R.S.; Habelitz, S.; Wright, J.T.; Paine, M.L. Dental enamel formation and implications for oral health and disease. *Physiol. Rev.* **2017**, *97*, 939–993. [[CrossRef](#)]
18. Oguro, R.; Nakajima, M.; Seki, N.; Sadr, A.; Tagami, J.; Sumi, Y. The role of enamel thickness and refractive index on human tooth colour. *J. Dent.* **2016**, *51*, 36–44. [[CrossRef](#)]
19. Carey, C.M. Tooth whitening: What we now know. *J. Evid. Based Dent. Pract.* **2014**, *14*, 6. [[CrossRef](#)]
20. Manuel, S.T.; Abhishek, P.T.; Kundabala, M. Etiology of tooth discoloration—A review. *Niger. Dent. J.* **2010**, *18*, 56–63. [[CrossRef](#)]
21. Gasmí Benahmed, A.; Gasmí, A.; Menzel, A.; Hrynovets, I.; Chirumbolo, S.; Shanaida, M.; Lysiuk, R.; Shanaida, Y.; Dadar, M.; Bjorklund, G. A review on natural teeth whitening. *J. Oral. Biosci.* **2022**, *64*, 49–58. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
22. Jaganath, B.M.; Krishnegowda, S.C.; Rudranaik, S.; Beedubail, S.P. Assessment of color changes in teeth and composite resins under the influence of chlorhexidine with and without anti-discoloration system: An in vitro study. *J. Conserv. Dent.* **2023**, *26*, 52–55. [[PubMed](#)]
23. Wang, J.; Zou, D.; Li, Y.; Liu, P.; Guo, C. Drug-induced tooth discoloration: An analysis of the US food and drug administration adverse event reporting system. *Front. Pharmacol.* **2023**, *14*, 1161728. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
24. Checchi, V.; Forabosco, E.; Dall'Olio, F.; Kaleci, S.; Giannetti, L.; Generali, L. Assessment of colour modifications in two different composite resins induced by the influence of chlorhexidine mouthwashes and gels, with and without anti-staining properties: An in vitro study. *Int. J. Dent. Hyg.* **2024**, *22*, 655–660. [[CrossRef](#)]
25. Hongsathavij, R.; Kuphasuk, Y.; Rattanasuwan, K. Clinical comparison of the stain removal efficacy of two air polishing powders. *Eur. J. Dent.* **2017**, *11*, 370–375. [[CrossRef](#)]
26. Kahler, B. Present status and future directions—Managing discoloured teeth. *Int. Endod. J.* **2022**, *55*, 922–950. [[CrossRef](#)]
27. Sulieman, M. An overview of tooth discoloration: Extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dent. Update* **2005**, *32*, 463–471. [[CrossRef](#)]
28. Bronckers, A.L.; Lyaru, D.M.; DenBesten, P.K. The impact of fluoride on ameloblasts and the mechanisms of enamel fluorosis. *J. Dent. Res.* **2009**, *88*, 877–893. [[CrossRef](#)]
29. Nadaf, N.; Krishnapriya, V.; Chandra, A.; Shilpa, G.; Challa, S.K.; Ramakrishna, V.V. Amelogenesis Imperfecta and Distal Renal Tubular Acidosis: A Case Report. *Int. J. Clin. Pediatr. Dent.* **2022**, *15*, 121–123.
30. Gadi, L.S.A.; Chau, D.Y.S.; Parekh, S. Morphological and Ultrastructural Collagen Defects: Impact and Implications in Dentinogenesis Imperfecta. *Dent. J.* **2023**, *11*, 95. [[CrossRef](#)]
31. Tapalaga, G.; Bumbu, B.A.; Reddy, S.R.; Vutukuru, S.D.; Nalla, A.; Bratosin, F.; Fericean, R.M.; Dumitru, C.; Crisan, D.C.; Nicolae, N.; et al. The Impact of Prenatal Vitamin D on Enamel Defects and Tooth Erosion: A Systematic Review. *Nutrients* **2023**, *15*, 3863. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
32. Scholtanus, J.D.; Ozcan, M.; Huysmans, M.C. Penetration of amalgam constituents into dentine. *J. Dent.* **2009**, *37*, 366–373. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Li, K.; Chen, S.; Wang, J.; Xiao, X.; Song, Z.; Liu, S. Tooth whitening: Current status and prospects. *Odontology* **2024**, *112*, 700–710. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
34. Félix-Matos, L.; Hernández, L.M.; Abreu, N. Dental Bleaching Techniques; Hydrogen-carbamide Peroxides and Light Sources for Activation, an Update. Mini Review Article. *Open Dent. J.* **2015**, *8*, 264–268. [[CrossRef](#)]
35. Li, Y.; Greenwall, L. Safety issues of tooth whitening using peroxide-based materials. *Br. Dent. J.* **2013**, *215*, 29–34. [[CrossRef](#)]
36. Kim, D.H.; Bae, J.; Heo, J.H.; Park, C.H.; Kim, E.B.; Lee, J.H. Nanoparticles as Next-Generation Tooth-Whitening Agents: Progress and Perspectives. *ACS Nano* **2022**, *16*, 10042–10065. [[CrossRef](#)]
37. Alkahtani, R.; Stone, S.; German, M.; Waterhouse, P. A review on dental whitening. *J. Dent.* **2020**, *100*, 103423. [[CrossRef](#)]
38. Malcangi, G.; Patano, A.; Inchingolo, A.D.; Ciocia, A.M.; Piras, F.; Latini, G.; Di Pedè, C.; Palmieri, G.; Laudadio, C.; Settanni, V.; et al. Efficacy of Carbamide and Hydrogen Peroxide Tooth Bleaching Techniques in Orthodontic and Restorative Dentistry Patients: A Scoping Review. *Appl. Sci.* **2023**, *13*, 7089. [[CrossRef](#)]
39. Maran, B.M.; Matos, T.P.; de Castro, A.D.S.; Vochikovski, L.; Amadori, A.L.; Loguercio, A.D.; Reis, A.; Berger, S.B. In-office bleaching with low/medium vs. high concentrate hydrogen peroxide: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* **2020**, *103*, 103499. [[CrossRef](#)]

40. De Oliveira, M.N.; Vidigal, M.T.C.; Vieira, W.; Lins-Candeiro, C.L.; Oliveira, L.M.; Nascimento, G.G.; da Silva, R.G.; Paranhos, L.R. Assessment of color changes and adverse effects of over-the-counter bleaching protocols: A systematic review and network meta-analysis. *Clin. Oral. Investig.* **2024**, *28*, 189. [\[CrossRef\]](#)
41. Sutil, E.; da Silva, K.L.; Terra, R.M.O.; Burey, A.; Rezende, M.; Reis, A.; Loguercio, A.D. Effectiveness and adverse effects of at-home dental bleaching with 37% versus 10% carbamide peroxide: A randomized, blind clinical trial. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2022**, *34*, 313–321. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
42. Hardan, L.; Bourgi, R.; Flores-Ledesma, A.; Devoto, W.; Devoto, E.; Fernández-Barrera, M.Á.; Kharouf, N.; Cuevas-Suárez, C.E. Is a White Diet Necessary for Tooth Bleaching Procedures? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dent. J.* **2024**, *12*, 118. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
43. Eachempati, P.; Kumbargere Nagraj, S.; Kiran Kumar Krishanappa, S.; Gupta, P.; Yaylali, I.E. Home-based chemically-induced whitening (bleaching) of teeth in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2018**, *12*, CD006202. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
44. Aidos, M.; Marto, C.M.; Amaro, I.; Cerner, M.; Francisco, I.; Vale, F.; Marques-Ferreira, M.; Oliveiros, B.; Spagnuolo, G.; Carrilho, E.; et al. Comparison of in-office and at-home bleaching techniques: An umbrella review of efficacy and post-operative sensitivity. *Heliyon* **2024**, *10*, e25833. [\[CrossRef\]](#)
45. Altınışık, H.; Kedici Alp, C. Evaluation of Enamel Surfaces Treated with a Desensitizing Agent Containing CPP-ACP Before or After In-Office Bleaching. *Int. J. Periodontics Restor. Dent.* **2023**, *7*, s18–s25. [\[CrossRef\]](#)
46. Dias, S.; Dias, J.; Pereira, R.; Silveira, J.; Mata, A.; Marques, D. Different Methods for Assessing Tooth Colour-In Vitro Study. *Biomimetics* **2023**, *8*, 384. [\[CrossRef\]](#)
47. Pustina-Krasniqi, T.; Shala, K.; Staka, G.; Bica, T.; Ahmedi, E.; Dula, L. Lightness, chroma, and hue distributions in natural teeth measured by a spectrophotometer. *Eur. J. Dent.* **2017**, *11*, 36–40. [\[CrossRef\]](#)
48. Bruzell, E.M.; Pallesen, U.; Thoresen, N.R.; Wallman, C.; Dahl, J.E. Side effects of external tooth bleaching: A multi-centre practice-based prospective study. *Br. Dent. J.* **2013**, *215*, E17. [\[CrossRef\]](#)
49. Amengual, J.; Forner, L. Dentine hypersensitivity in dental bleaching: Case report. *Minerva Stomatol.* **2009**, *58*, 181–185.
50. Krishnakumar, K.; Tandale, A.; Mehta, V.; Khade, S.; Talreja, T.; Aidasani, G.; Arya, A. Post-Operative Sensitivity and Color Change Due to In-Office Bleaching with the Prior Use of Different Desensitizing Agents: A Systematic Review. *Cureus* **2022**, *14*, e24028. [\[CrossRef\]](#)
51. Nanjundasetty, J.K.; Ashrafulla, M. Efficacy of desensitizing agents on postoperative sensitivity following an in-office vital tooth bleaching: A randomized controlled clinical trial. *J. Conserv. Dent.* **2016**, *19*, 207–211. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
52. Kielbassa, A.M.; Maier, M.; Gieren, A.K.; Eliav, E. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: A systematic review on an unsolved problem. *Quintessence Int.* **2015**, *46*, 881–897. [\[PubMed\]](#)
53. Li, Y. Safety controversies in tooth bleaching. *Dent. Clin. N. Am.* **2011**, *55*, 255–263. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
54. Alqahtani, M.Q. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent. J.* **2014**, *26*, 33–46. [\[CrossRef\]](#)
55. Yudaev, P.A.; Chistyakov, E.M. Progress in dental materials: Application of natural ingredients. *Russ. Chem. Rev.* **2024**, *93*, RCR5108. [\[CrossRef\]](#)
56. Altınışık, H.; Akgül, S.; Nezir, M.; Özcan, S.; Özyurt, E. The Effect of In-Office Bleaching with Different Concentrations of Hydrogen Peroxide on Enamel Color, Roughness, and Color Stability. *Materials* **2023**, *16*, 1389. [\[CrossRef\]](#)
57. Brugnera, A.P.; Nammour, S.; Rodrigues, J.A.; Mayer-Santos, E.; de Freitas, P.M.; Brugnera, A., Jr.; Zanin, F. Clinical Evaluation of In-Office Dental Bleaching Using a Violet Light-Emitted Diode. *Photobiomodul. Photomed. Laser Surg.* **2020**, *38*, 98–104. [\[CrossRef\]](#)
58. Martins, I.; Onofre, S.; Franco, N.; Martins, L.M.; Montenegro, A.; Arana-Gordillo, L.A.; Reis, A.; Loguercio, A.D.; da Silva, L.M. Effectiveness of In-office Hydrogen Peroxide with Two Different Protocols: A Two-center Randomized Clinical Trial. *Oper. Dent.* **2018**, *43*, 353–361. [\[CrossRef\]](#)
59. Bersezio, C.; Estay, J.; Jorquera, G.; Peña, M.Y.; Araya, C.; Angel, P.; Fernández, E. Effectiveness of Dental Bleaching with 37.5% and 6% Hydrogen Peroxide and Its Effect on Quality of Life. *Oper. Dent.* **2019**, *44*, 146–155. [\[CrossRef\]](#)
60. Favoreto, M.W.; Camargo, C.M.; Forville, H.; Carneiro, T.S.; Naupari-Villasante, R.; Wendlinger, M.; Reis, A.; Loguercio, A.D. Bleaching efficacy of in-office dental bleaching with different application protocols: A single-blind randomized controlled trial. *Clin. Oral. Investig.* **2024**, *28*, 295. [\[CrossRef\]](#)
61. Mayer-Santos, E.; Bachiaga-Silva, B.; Twiaschor, C.V.; Shimokawa, C.A.; Marinho, G.B.; Junior, A.B.; Zanin, F.A.; Brugnera, A.P.; Ramalho, K.M.; de Freitas, P.M. Blinded, parallel and randomized clinical evaluation of in-office dental bleaching with violet LED (405–410 nm). *Photodiagn. Photodyn. Ther.* **2022**, *38*, 102739. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
62. Tsujimoto, A.; Jurado, C.A.; Sayed, M.E.; Fischer, N.G.; Takamizawa, T.; Latta, M.A.; Miyazaki, M.; Garcia-Godoy, F. Influence of light irradiation for in-office tooth whitening: A randomized clinical study. *Am. J. Dent.* **2021**, *34*, 201–204. [\[PubMed\]](#)
63. Santos, A.E.G.D.; Bussadori, S.K.; Pinto, M.M.; Pantano Junior, D.A.; Brugnera, A., Jr.; Zanin, F.A.A.; Rodrigues, M.F.S.D.; Motta, L.J.; Horliana, A.C.R.T. Evaluation of in-office tooth whitening treatment with violet LED: Protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ Open* **2018**, *8*, e021414. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
64. Sobral, M.F.P.; Cassoni, A.; Tennis, C.A.; Steagall, W.; Brugnera, A., Jr.; Bagnato, V.S.; Botta, S.B. Longitudinal, Randomized, and Parallel Clinical Trial Comparing a Violet Light-Emitting Diodes System and In-Office Dental Bleaching: 6-Month Follow-Up. *Photobiomodul. Photomed. Laser Surg.* **2021**, *39*, 403–410. [\[CrossRef\]](#)

65. Estay, J.; Angel, P.; Bersezio, C.; Tonetto, M.; Jorquera, G.; Peña, M.; Fernández, E. 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**, *20*, 255. [\[CrossRef\]](#)
66. Kury, M.; Wada, E.E.; da Silva Palandi, S.; Pico, M.Z.D.; Giannini, M.; Cavalli, V. Colorimetric evaluation after in-office tooth bleaching with violet LED: 6- and 12-month follow-ups of a randomized clinical trial. *Clin. Oral. Investig.* **2022**, *26*, 837–847. [\[CrossRef\]](#)
67. Mondelli, R.; Rizzante, F.; Rosa, E.R.; Borges, A.; Furuse, A.Y.; Bombonatti, J. Effectiveness of LED/Laser Irradiation on In-Office Dental Bleaching after Three Years. *Oper. Dent.* **2018**, *43*, 31–37. [\[CrossRef\]](#)
68. Pavani, C.C.; Fagundes, T.C.; Sundfeld, D.; Santin, G.C.; Machado, L.S.; Bertoz, A.P.M.; Schott, T.C.; Sundfeld, R.H. Influence of daily usage times on patients' compliance during at-home bleaching: A randomized clinical trial. *J. Appl. Oral. Sci.* **2023**, *31*, e20230181. [\[CrossRef\]](#)
69. Chemin, K.; Rezende, M.; Costa, M.C.; Salgado, A.; de Geus, J.L.; Loguercio, A.D.; Reis, A.; Kossatz, S. Evaluation of At-home Bleaching Times on Effectiveness and Sensitivity with 10% Hydrogen Peroxide: A Randomized Controlled Double-blind Clinical Trial. *Oper. Dent.* **2021**, *46*, 385–394. [\[CrossRef\]](#)
70. Chemin, K.; Rezende, M.; Loguercio, A.D.; Reis, A.; Kossatz, S. Effectiveness of and Dental Sensitivity to at-home Bleaching with 4% and 10% Hydrogen Peroxide: A Randomized, Triple-blind Clinical Trial. *Oper. Dent.* **2018**, *43*, 232–240. [\[CrossRef\]](#)
71. Botelho, M.G.; Chan, A.W.K.; Newsome, P.R.H.; McGrath, C.P.; Lam, W.Y.H. A randomized controlled trial of home bleaching of tetracycline-stained teeth. *J. Dent.* **2017**, *67*, 29–35. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
72. Aka, B.; Celik, E.U. Evaluation of the Efficacy and Color Stability of Two Different At-Home Bleaching Systems on Teeth of Different Shades: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2017**, *29*, 325–338. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
73. Darriba, I.; Cabrita Melón, P.; García Sartal, A.; Ríos Sousa, I.; Alonso de la Peña, V. Influence of treatment duration on the efficacy of at-home bleaching with daytime application: A randomized clinical trial. *Clin. Oral. Investig.* **2019**, *23*, 3229–3237. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
74. De Geus, J.L.; Fernández, E.; Kossatz, S.; Loguercio, A.D.; Reis, A. Effects of At-home Bleaching in Smokers: 30-month Follow-up. *Oper. Dent.* **2017**, *42*, 572–580. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
75. Llana, C.; Villanueva, A.; Mejias, E.; Forner, L. Bleaching efficacy of at home 16% carbamide peroxide. A long-term clinical follow-up study. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2020**, *32*, 12–18. [\[CrossRef\]](#)
76. Mailart, M.C.; Sakasagawa, P.A.; Santos, K.C.; Torres, C.R.G.; Palo, R.M.; Borges, A.B. One-year follow-up comparing at-home bleaching systems outcomes and the impact on patient's satisfaction: Randomized clinical trial. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2021**, *33*, 1175–1185. [\[CrossRef\]](#)
77. Martini, E.C.; Favoreto, M.W.; de Andrade, H.F.; Coppla, F.M.; Loguercio, A.D.; Reis, A. One-year follow-up evaluation of reservoirs in bleaching trays for at-home bleaching. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2021**, *33*, 992–998. [\[CrossRef\]](#)
78. Pinto, M.M.; Gonçalves, M.L.; Mota, A.C.; Deana, A.M.; Olivian, S.R.; Bortoletto, C.; Godoy, C.H.; Vergilio, K.L.; Altavista, O.M.; Motta, L.J.; et al. Controlled clinical trial addressing teeth whitening with hydrogen peroxide in adolescents: A 12-month follow-up. *Clinics* **2017**, *72*, 161–170. [\[CrossRef\]](#)
79. Takamizawa, T.; Aoki, R.; Saegusa, M.; Hirokane, E.; Shoji, M.; Yokoyama, M.; Kamimoto, A.; Miyazaki, M. Whitening efficacy and tooth sensitivity in a combined in-office and at-home whitening protocol: A randomized controlled clinical trial. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2023**, *35*, 821–833. [\[CrossRef\]](#)
80. Zhong, B.J.; Yang, S.; Hong, D.W.; Cheng, Y.L.; Attin, T.; Yu, H. The Efficacy of At-home, In-office, and Combined Bleaching Regimens: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Oper. Dent.* **2023**, *48*, E71–E80. [\[CrossRef\]](#)
81. Dourado Pinto, A.V.; Carlos, N.R.; Amaral, F.L.B.D.; França, F.M.G.; Turssi, C.P.; Basting, R.T. At-home, in-office and combined dental bleaching techniques using hydrogen peroxide: Randomized clinical trial evaluation of effectiveness, clinical parameters and enamel mineral content. *Am. J. Dent.* **2019**, *32*, 124–132. [\[PubMed\]](#)
82. Rodrigues, J.L.; Rocha, P.S.; Pardim, S.L.S.; Machado, A.C.V.; Faria-E-Silva, A.L.; Seraidarian, P.I. Association Between In-Office And At-Home Tooth Bleaching: A Single Blind Randomized Clinical Trial. *Braz. Dent. J.* **2018**, *29*, 133–139. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
83. Mounika, A.; Mandava, J.; Roopesh, B.; Karri, G. Clinical evaluation of color change and tooth sensitivity with in-office and home bleaching treatments. *Indian J. Dent. Res.* **2018**, *29*, 423–427. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
84. Moghadam, F.V.; Majidinia, S.; Chasteen, J.; Ghavamnasiri, M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *Eur. J. Dent.* **2013**, *7*, 405–411. [\[CrossRef\]](#)
85. Higgins, J.P.; Altman, D.G.; Gøtzsche, P.C.; Jüni, P.; Moher, D.; Oxman, A.D.; Savovic, J.; Schulz, K.F.; Weeks, L.; Sterne, J.A.; et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* **2011**, *343*, d5928. [\[CrossRef\]](#)
86. De Geus, J.L.; Wambier, L.M.; Kossatz, S.; Loguercio, A.D.; Reis, A. At-home vs. In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper. Dent.* **2016**, *41*, 341–356. [\[CrossRef\]](#)
87. Baroudi, K.; Hassan, N.A. The effect of light-activation sources on tooth bleaching. *Niger. Med. J.* **2014**, *55*, 363–368. [\[CrossRef\]](#)
88. He, L.B.; Shao, M.Y.; Tan, K.; Xu, X.; Li, J.Y. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* **2012**, *40*, 644–653. [\[CrossRef\]](#)

89. Kury, M.; Lins, R.B.E.; Resende, B.A.; Pico, M.Z.D.; André, C.B.; Cavalli, V. The influence of the renewal or the single application of the peroxide gel on the efficacy and tooth sensitivity outcomes of in-office bleaching—A systematic review and meta-analysis. *J. Esthet. Restor. Dent.* **2022**, *34*, 490–502. [[CrossRef](#)]
90. Luque-Martinez, I.; Reis, A.; Schroeder, M.; Muñoz, M.A.; Loguercio, A.D.; Masterson, D.; Maia, L.C. Comparison of efficacy of tray-delivered carbamide and hydrogen peroxide for at-home bleaching: A systematic review and meta-analysis. *Clin. Oral. Investig.* **2016**, *20*, 1419–1433. [[CrossRef](#)]
91. Dawson, P.F.; Sharif, M.O.; Smith, A.B.; Brunton, P.A. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home vs. combined whitening. *Oper. Dent.* **2011**, *36*, 460–466. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
92. Cardenas, A.F.M.; Maran, B.M.; Araújo, L.C.R.; de Siqueira, F.S.F.; Wambier, L.M.; Gonzaga, C.C.; Loguercio, A.D.; Reis, A. Are combined bleaching techniques better than their sole application? A systematic review and meta-analysis. *Clin. Oral. Investig.* **2019**, *23*, 3673–3689. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
93. Fioresta, R.; Melo, M.; Forner, L.; Sanz, J.L. Prognosis in home dental bleaching: A systematic review. *Clin. Oral. Investig.* **2023**, *27*, 3347–3361. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
94. Bortolatto, J.; Pretel, H.; Santezi Neto, C.; Moncada, G.; Oliveira, O. Effects of LED-laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensitivity: A randomized clinical study. *Laser Phys. Lett.* **2013**, *10*, 085601. [[CrossRef](#)]
95. Cavalli, V.; Kury, M.; Melo, P.; Carneiro, R.; Esteban Florez, F. Current Status and Future Perspectives of In-office Tooth Bleaching. *Front. Dent. Med.* **2022**, *3*, 912857. [[CrossRef](#)]

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

