CC BY NC

Revista Odontología | Vol. 28 Nro. 2, julio-diciembre 2026 | pp. 11-26
pISSN 1390-7468 - eISSN 1390-9967 | fod.revista@uce.edu.ec

Revista Odontología
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

Sensibilidad y alteraciones estructurales por blanqueamiento con peróxido de hidrógeno: revisión sistemática in vivo e in vitro

Sensitivity and Structural Alterations Due to Hydrogen Peroxide Bleaching: A Systematic In Vivo and In Vitro Review

Revisión bibliográfica

Alison Jazmín Guamanquispe Tocto
Universidad Católica de Cuenca
Cuenca, Ecuador

Christian Andrés Cabezas Abad
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba, Ecuador.

DOI: https://doi.org/10.29166/od.v28iEsp.9918

Forma sugerida de citar en Vancouver: Guamanquispe Tocto AJ, Cabezas Abad CA. Sensibilidad y alteraciones estructurales por blanqueamiento con peróxido de hidrógeno: revisión sistemática in vivo e in vitro. Revista Odontología. 2026;28(2):11-26. **https://doi.org/10.29166/od.v28iEsp.9918**

Resumen
El blanqueamiento dental con agentes de alta concentración es ampliamente utilizado para mejorar la estética dental; sin embargo, algunos estudios reportan efectos adversos, como sensibilidad transitoria y posibles cambios estructurales en los tejidos dentarios. El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la evidencia científica sobre los efectos del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno en la sensibilidad dental y en la estructura del esmalte y la dentina. Se realizó una búsqueda en PubMed, Scopus y Cochrane Library, incluyendo estudios in vivo e in vitro publicados en inglés y español entre 2010 y 2025. Los estudios seleccionados evaluaron el uso de peróxido de hidrógeno en concentraciones del 35 %, 38 % y 40 % para blanqueamiento dental en consultorio. Se incluyeron 36 estudios in vivo que analizaron la sensibilidad dental asociada al procedimiento; todos reportaron su presencia, aunque 20 describieron específicamente su intensidad o duración. Además, se analizaron 24 estudios in vitro enfocados en alteraciones estructurales del esmalte y la dentina, principalmente microdureza, rugosidad superficial, cambios morfológicos y permeabilidad dentinaria. En conjunto, la evidencia indica que el blanqueamiento dental con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno puede asociarse con sensibilidad dental transitoria y cambios estructurales en los tejidos dentarios. No obstante, la heterogeneidad metodológica entre los estudios limita la posibilidad de establecer conclusiones definitivas sobre la magnitud y relevancia clínica de estos efectos y exige interpretar los hallazgos con cautela clínica.
Palabras clave: blanqueamiento dental, peróxido de hidrógeno, sensibilidad dentaria.

Abstract
Dental bleaching with high-concentration agents is widely used to improve dental aesthetics; however, some studies report adverse effects, such as transient tooth sensitivity and possible structural changes in dental tissues. The objective of this systematic review was to evaluate scientific evidence on the effects of hydrogen peroxide bleaching on tooth sensitivity and on the structure of enamel and dentin. A search was conducted in PubMed, Scopus, and the Cochrane Library, including in vivo and in vitro studies published in English and Spanish between 2010 and 2025. The selected studies evaluated the use of hydrogen peroxide at concentrations of 35%, 38%, and 40% for in-office dental bleaching. Thirty-six in vivo studies analyzing tooth sensitivity associated with the procedure were included; all reported its presence, although 20 specifically described its intensity or duration. In addition, 24 in vitro studies focused on structural alterations in enamel and dentin were analyzed, mainly microhardness, surface roughness, morphological changes, and dentin permeability. Overall, the evidence indicates that dental bleaching with high concentrations of hydrogen peroxide may be associated with transient tooth sensitivity and structural changes in dental tissues. However, methodological heterogeneity among the studies limits the possibility of drawing definitive conclusions regarding the magnitude and clinical relevance of these effects and requires cautious interpretation of the findings.
Keywords: Tooth Bleaching, Hydrogen Peroxide, Tooth Sensitivity.

Introducción

En las últimas décadas, la demanda de tratamientos estéticos dentales ha aumentado significativamente, siendo el blanqueamiento dental uno de los procedimientos más solicitados para mejorar la apariencia y la autoestima. El blanqueamiento dental consiste en la aplicación de un agente sobre las superficies dentarias con el fin de aclarar su color mediante procesos de oxidación (1). Históricamente, la búsqueda de un agente eficaz se remonta al siglo XIX, cuando se empleaban distintos compuestos oxidantes. El uso del peróxido fue descrito por primera vez en 1884, constituyendo un hito en el desarrollo de estos tratamientos (2).

Estos agentes actúan mediante la liberación de especies reactivas que penetran en los tejidos dentarios y generan un proceso de oxidación capaz de descomponer los pigmentos orgánicos responsables de la coloración, produciendo así el efecto blanqueador (3). No obstante, la exposición a altas concentraciones o durante períodos prolongados puede inducir una respuesta inflamatoria transitoria en el complejo dentino-pulpar, que clínicamente puede manifestarse como sensibilidad dental.

Desde el punto de vista clínico, este efecto adverso puede afectar la experiencia del paciente e incluso condicionar la continuidad del tratamiento. Por ello, comprender su presencia, intensidad y duración resulta fundamental para una adecuada planificación terapéutica.

En este contexto, resulta pertinente realizar una revisión sistemática que permita analizar la sensibilidad dental asociada con el blanqueamiento realizado mediante peróxido de hidrógeno en concentraciones del 35 %, 38 % y 40 %, a partir de estudios *in vivo* realizados en humanos, así como examinar los posibles cambios estructurales en el esmalte y la dentina descritos en estudios *in vitro*.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

El presente trabajo corresponde a una revisión sistemática de la literatura, desarrollada conforme a las directrices de la declaración PRISMA 2020. El protocolo de la revisión no fue registrado previamente en PROSPERO, debido a que el proceso de investigación se encontraba en una fase avanzada al momento de considerar su registro. Esta situación se reconoce como una limitación metodológica.

La pregunta de investigación se formuló mediante la estrategia PICO (Población, Intervención, Comparación y Resultado). La población correspondió a pacientes sometidos a blanqueamiento dental; la intervención, al uso de peróxido de hidrógeno en concentraciones del 35 %, 38 % y 40 %; la comparación, a otras modalidades de tratamiento o a la ausencia de estas; y el resultado, a la presencia de sensibilidad dental y posibles alteraciones estructurales del esmalte y la dentina.

Se desarrollaron dos estrategias de búsqueda complementarias. La primera estuvo orientada a estudios *in vivo* y dirigida a evaluar la sensibilidad dental como manifestación clínica. En este grupo se analizó inicialmente la presencia o ausencia de sensibilidad y, cuando la información estuvo disponible, se evaluaron adicionalmente su intensidad y duración.

La segunda estrategia estuvo orientada a estudios *in vitro* y destinada a analizar las alteraciones estructurales del esmalte y la dentina asociadas con la aplicación de peróxido de hidrógeno. Ambas estrategias se realizaron de forma independiente, aplicando criterios metodológicos similares y estableciendo criterios de inclusión, exclusión y variables de análisis específicos para cada tipo de estudio.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

La búsqueda electrónica se realizó en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus y Cochrane Library, tanto para los estudios *in vivo* como para los estudios *in vitro*. Se aplicaron filtros de idioma (inglés y español), disponibilidad de texto completo y período de publicación comprendido entre 2010 y 2025. En PubMed/MEDLINE se utilizaron términos MeSH combinados con palabras clave libres; en Scopus se empleó la estrategia TITLE-ABS-KEY; y en Cochrane Library se utilizaron combinaciones booleanas equivalentes, adaptadas a la estructura de la base de datos.

Las estrategias de búsqueda se ejecutaron de manera independiente para los estudios *in vivo* e *in vitro*, adaptando la sintaxis a los requerimientos específicos de cada base de datos. La búsqueda de los estudios *in vivo* se realizó en noviembre de 2025, mientras que la búsqueda de los estudios *in vitro* se llevó a cabo entre diciembre de 2025 y enero de 2026, con una última actualización el 25 de enero de 2026.

<u>Búsqueda de estudios *in vivo*</u>

Para la identificación de los estudios se emplearon términos controlados del Medical Subject Headings

(MeSH) y palabras clave relacionadas, combinados mediante los operadores booleanos AND y OR.

En PubMed/MEDLINE se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda:

("Tooth Bleaching"[MeSH] OR "Dental Bleaching" OR "Teeth Whitening") AND ("Hydrogen Peroxide"[MeSH] OR "hydrogen peroxide" OR H2O2) AND ("high concentration" OR "35%" OR "38%" OR "40%" OR "in-office bleaching") AND ("adverse effects"[MeSH] OR complications OR "side effects" OR hypersensitivity OR "tooth sensitivity" OR "gingival irritation" OR "pulp damage").

En Scopus se empleó la siguiente estrategia:

TITLE-ABS-KEY ("tooth bleaching" OR "teeth whitening" OR "dental bleaching") AND TITLE-ABS-KEY ("hydrogen peroxide" OR H2O2) AND TITLE-ABS-KEY ("35%" OR "38%" OR "40%" OR "high concentration") AND TITLE-ABS-KEY ("adverse effects" OR complications OR "side effects" OR hypersensitivity OR "gingival irritation" OR "pulp damage").

En Cochrane Library se utilizó la siguiente ecuación:

("tooth bleaching" OR "dental bleaching" OR "teeth whitening") AND ("hydrogen peroxide" OR H2O2) AND ("35%" OR "38%" OR "40%" OR "high concentration") AND ("adverse effects" OR complications OR "side effects" OR hypersensitivity OR "gingival irritation" OR "pulp damage").

Como resultado de la búsqueda electrónica, se identificaron 12 estudios en PubMed/MEDLINE, 188 en Scopus y 112 en Cochrane Library, para un total de 312 registros. Posteriormente, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión establecidos para el proceso de selección.

Búsqueda de estudios *in vitro*

La búsqueda de los estudios *in vitro* se realizó de forma independiente, mediante una estrategia adaptada a las características metodológicas de este tipo de investigaciones.

En PubMed/MEDLINE se aplicó la siguiente ecuación de búsqueda:

("Tooth Bleaching"[MeSH] OR "Dental Bleaching" OR "Tooth Whitening") AND ("Hydrogen Peroxide") AND ("in vitro") AND (35% OR 38% OR 40%) AND (enamel OR dentin OR microhardness OR roughness OR morphology OR permeability).

En Scopus se utilizó la siguiente estrategia:

TITLE-ABS-KEY ("dental bleaching" OR "tooth bleaching" OR "tooth whitening") AND TITLE-ABS-KEY ("hydrogen peroxide") AND TITLE-ABS-KEY ("in vitro") AND (TITLE-ABS-KEY ("35%") OR TITLE-ABS-KEY ("38%") OR TITLE-ABS-KEY ("40%")) AND TITLE-ABS-KEY (enamel OR dentin OR microhardness OR roughness OR morphology OR permeability).

En Cochrane Library se utilizó la siguiente combinación de términos:

("dental bleaching" OR "tooth whitening" OR "tooth bleaching") AND ("hydrogen peroxide") AND ("in vitro") AND (35% OR 38% OR 40%).

La búsqueda electrónica identificó 151 estudios en PubMed/MEDLINE, 128 en Scopus y 30 en Cochrane Library, para un total de 309 registros, antes de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

1. **Estudios *in vivo*:** Se incluyeron estudios realizados en humanos, sin restricción de sexo, que evaluaran procedimientos de blanqueamiento dental en consultorio mediante peróxido de hidrógeno en concentraciones del 35 %, 38 % o 40 %, aplicados en dientes vitales. Los estudios elegibles debían reportar sensibilidad dental posterior al procedimiento de blanqueamiento, considerada como el resultado principal de la revisión, evaluándose su presencia e intensidad. Como resultados secundarios, se consideraron la duración de esta manifestación clínica y los métodos o escalas utilizados para su medición, independientemente del instrumento empleado. En cuanto al diseño metodológico, se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, estudios clínicos controlados y estudios prospectivos. Asimismo, se consideraron únicamente artículos publicados en revistas científicas indexadas, disponibles en español o inglés y con acceso al texto completo.
2. **Estudios *in vitro***: Se incluyeron estudios experimentales *in vitro* realizados en dientes humanos, en los cuales se evaluó la aplicación de peróxido de hidrógeno en concentraciones del 35 %, 38 % o 40 %. El resultado principal considerado fue la presencia de alteraciones estructurales en los tejidos dentales, específicamente en el esmalte o la dentina, posteriores

a la aplicación de los agentes blanqueadores. Como resultados secundarios, se consideraron los cambios en la microdureza, la rugosidad superficial, la morfología del esmalte o la dentina y la permeabilidad dentinaria, evaluados mediante métodos instrumentales o técnicas analíticas validadas. Asimismo, se incluyeron únicamente artículos publicados en español o inglés y con acceso al texto completo.

Criterios generales de exclusión

Se excluyeron estudios realizados en dientes bovinos u otros modelos animales, así como investigaciones que utilizaron concentraciones de agente blanqueador diferentes a las establecidas. También se descartaron aquellos estudios que no evaluaban cambios estructurales en los tejidos dentales, así como investigaciones relacionadas con blanqueamiento interno. Finalmente, se excluyeron reportes de caso, series de casos, revisiones narrativas, revisiones sistemáticas, metaanálisis, cartas al editor y opiniones de expertos, además de publicaciones duplicadas o estudios con información incompleta.

Proceso de selección de los estudios

Estudios *in vivo*

La selección de los estudios se realizó en dos fases: una evaluación inicial de títulos y resúmenes, seguida de la revisión de los textos completos para determinar su elegibilidad. Este proceso fue llevado a cabo por una investigadora principal y posteriormente verificado por un segundo evaluador con experiencia en el área, con el fin de garantizar la consistencia en la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión.

En los casos de duda, se realizó una reevaluación conjunta hasta alcanzar consenso. Aunque no se contó con dos revisores completamente independientes durante todas las etapas del proceso, se implementaron mecanismos de verificación para reducir el riesgo de sesgo en la selección de los estudios. Esta situación se reconoce como una limitación metodológica.

Para el análisis de los estudios *in vivo*, la búsqueda en las bases de datos permitió identificar un total de 312 registros. De estos, 10 fueron eliminados por duplicación. Posteriormente, se cribaron 302 registros mediante la lectura de títulos y resúmenes, de los cuales se excluyeron 252 por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos.

A continuación, se evaluaron 50 artículos a texto completo. Tras esta revisión, se excluyeron 14 estudios: 11 por no centrarse en la sensibilidad dental y 3 por corresponder a estudios *in vitro* o *ex vivo*. Finalmente, 36 estudios *in vivo* cumplieron los criterios establecidos y fueron incluidos en la revisión sistemática.

Los estudios seleccionados se clasificaron en dos niveles:

- Estudios que reportaron la sensibilidad dental únicamente como presencia o ausencia, incluidos en la síntesis descriptiva.
- Estudios que aportaron información adicional sobre intensidad, duración, momento de aparición de la sensibilidad dental o comparación entre concentraciones o protocolos, incluidos en el análisis crítico de la evidencia.

La extracción de los datos se realizó mediante una gráfica estandarizada, presentada en la Figura 1, diferenciando ambos niveles de análisis.

Estudios *in vitro*

El proceso de selección de los estudios *in vitro* se realizó de manera similar al aplicado para los estudios *in vivo*. La búsqueda en las bases de datos permitió identificar 309 registros, de los cuales 14 fueron eliminados por duplicación. Posteriormente, se cribaron 295 registros mediante la lectura de títulos y resúmenes. Durante esta etapa se excluyeron 224 registros por no cumplir con los criterios de inclusión establecidos.

A continuación, se evaluaron 71 artículos a texto completo. Tras esta revisión, se excluyeron 47 estudios: 23 por no evaluar cambios estructurales, 18 por no corresponder estrictamente a estudios *in vitro* y 6 por encontrarse fuera del período de publicación establecido. Finalmente, 24 estudios *in vitro* cumplieron los criterios de elegibilidad y fueron incluidos en la revisión sistemática (Figura 2).

Evaluación del riesgo de sesgo y síntesis de los datos

La evaluación del riesgo de sesgo se realizó de acuerdo con el tipo de estudio. En los estudios *in vivo* se empleó la herramienta Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2), considerando dominios relacionados con la aleatorización, el cegamiento, los datos incompletos y el reporte de resultados.

Para los estudios *in vitro*, debido a la ausencia de herramientas universalmente validadas para este tipo de investigaciones, la evaluación del riesgo de sesgo se realizó mediante criterios metodológicos adaptados, previamente utilizados en revisiones similares. Se consideraron aspectos como el control experimental, la reproducibilidad metodológica, la estandarización de las muestras, la claridad en la presentación de los resultados y la descripción de los protocolos experimentales. Los estudios se clasificaron como de bajo, moderado o alto riesgo de sesgo.

No se realizó un metaanálisis debido a la marcada heterogeneidad clínica y metodológica entre los estudios incluidos, particularmente en relación con las concentraciones utilizadas, los protocolos de aplicación, los métodos de evaluación de la sensibilidad dental y las variables estructurales analizadas. En su lugar, se realizó una síntesis narrativa estructurada de los hallazgos.

Resultados

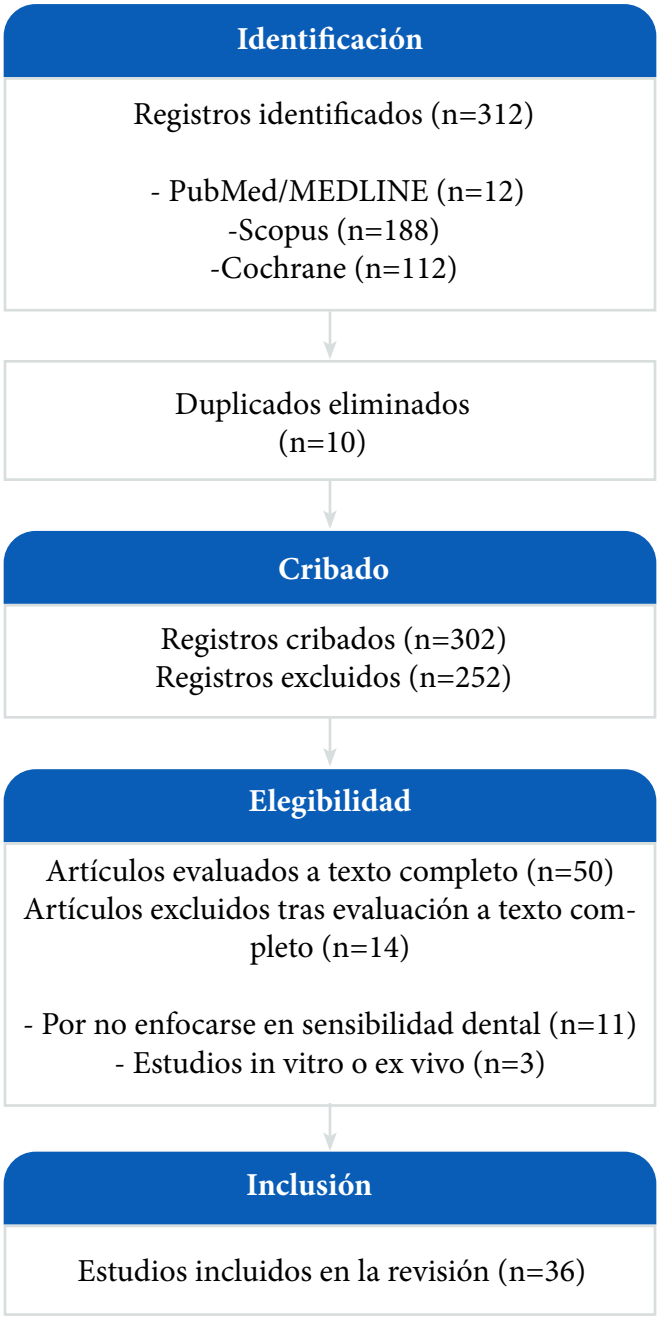

Figura 1. Diagrama del flujo del proceso de búsqueda para estudios *in vivo*.

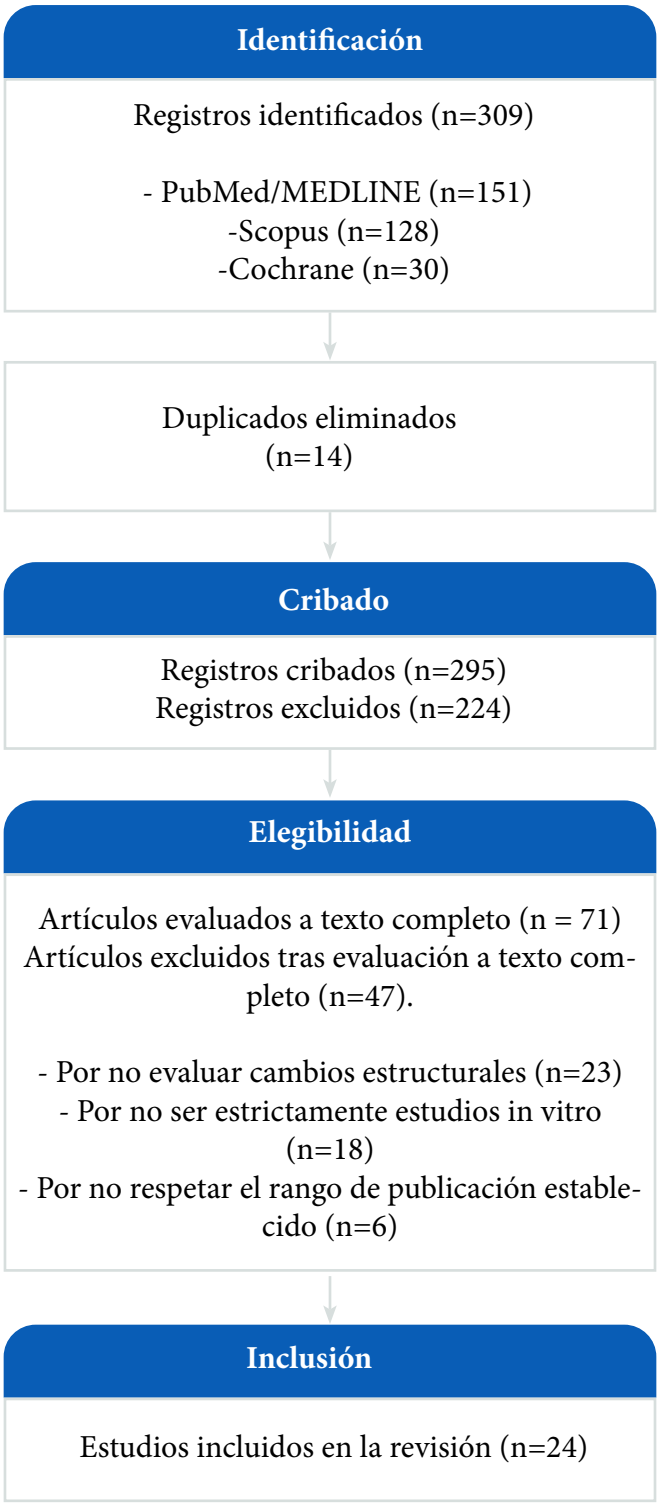

Figura 2. Diagrama del flujo del proceso de búsqueda para estudios *in vitro*.

Tabla 1. Características metodológicas, evaluación y comportamiento de la sensibilidad dental en estudios in vivo de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno (35 %, 38 % o 40 %).

Autor (año)	Diseño del estudio	N (grupo PH)	PH (%)	Sensibilidad dental	Riesgo de sesgo	Método de evaluación	Intensidad reportada	Duración reportada
Carvalho Peixoto et al., 2018	ECA, simple ciego	20	35	Sí	Bajo	EVA*/ VRS**	Leve	Hasta 24 h
Linares Lima et al., 2018	ECA, doble ciego	22	35	Sí	Moderado	EVA/ EVN***	Leve	Hasta 48 h
Alexandrino et al., 2017	ECA, doble ciego	51	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Hasta 24 h
Coppla et al., 2018	ECA, triple ciego	105	35	Sí	Moderado	EVA	Leve-Moderada	Durante el tratamiento
Andrade de Paula et al., 2015	ECA, simple ciego	40	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Hasta 24 h
de Paula et al., 2019	ECA, doble ciego (boca dividida)	48	35	Sí	Moderado	EVA	Leve-Moderada	Hasta 24 h
Diniz et al., 2018	ECA, simple ciego (boca dividida)	33	35	Sí	Moderado	NR****	NR	NR
Ferreira Barbosa et al., 2024	ECA, doble ciego (boca dividida)	28	35	Sí	Bajo	EVA	Leve	Transitoria (≤24 h)
Costa Vaez et al., 2018	ECA, triple ciego	50	35	Sí	Bajo	EVA	Leve	Durante el tratamiento
Moreira de Freitas et al., 2016	ECA, ciego	22	35	Sí	Bajo	EVA	Leve-moderada	Hasta 24 h
Castanho Garrini Santos et al., 2021	ECA, doble ciego	20	35	Sí	Moderado	EVA	Leve-moderada	Hasta 24 h
de Jesús et al., 2025	ECA	28	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Shanbhag et al., 2013	Estudio clínico in vivo	60	35	Sí	Moderado	EVA	Leve-moderada	Transitoria
Ferreira Lima et al., 2019	ECA, triple ciego	20	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Loguercio et al., 2015	ECA, doble ciego	40	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Hasta 24 h
Martini et al., 2020	ECA, triple ciego (boca dividida)	90	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Higashi Miranda et al., 2022	ECA, controlado	32	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR

Moncada et al., 2013	ECA	35	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Reis et al., 2011	ECA	30	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Hasta 24 h
de Paula et al., 2014	ECA, triple ciego	39	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Rezende et al., 2016a	ECA	30	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Fernandes et al., 2017	ECA, triple ciego	50	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Transitoria
Pintado-Palomino et al., 2015	ECA	113	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Roderjan et al., 2023	Estudio clínico comparativo in vivo	5	35	Sí	Alto	NR	NR	NR
Reis et al., 2013	ECA	60	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Rezende et al., 2016b	ECA, triple ciego	63	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Altınışık et al., 2025	ECA, doble ciego	54	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Pereira et al., 2014	ECA	20	35	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Basting et al., 2012a	ECA comparativo	24	35	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Durante el tratamiento
Basting et al., 2012b	ECA comparativo	21	38	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Durante el tratamiento
Al-Omiri et al., 2018	ECA	15	38	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Hasta 24 h
Gümüştaş et al., 2022	ECA, triple ciego	64	38	Sí	Bajo	EVA	Leve	Transitoria
Lee et al., 2019	ECA	135	40	Sí	Bajo	EVA	Moderada	Hasta 24 h
Klaric Sever et al., 2018	ECA	10	40	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Mehta et al., 2013	ECA	46	40	Sí	Moderado	NR	NR	NR
Mehta et al., 2018	ECA, doble ciego (Boca dividida)	48	40	Sí	Moderado	EVA	Moderada	Transitoria

* **EVA**: Escala Visual Analógica
** **VRS:** Escala de Calificación Verbal
*****EVN:** Escala Visual Numérica
**** **NR:** No reportado por el estudio

Nota: Solo algunos estudios evaluaron la intensidad y/o duración de la sensibilidad dental mediante escalas autorreportadas (EVA o escala numérica). En los demás estudios, la sensibilidad dental fue registrada únicamente como presencia o ausencia.

Tabla 2. Efectos estructurales del peróxido de hidrógeno (35-40 %) sobre esmalte y dentina. Estudios in vitro (n = 24).

Autor (año)	Tipo de diente	$[H_2O_2]$	Protocolo de blanqueamiento	Método de análisis	Alteración estructural observada	Riesgo
Zeczkowski et al., 2015	Bloques esmalte/dentina humanos	35 %	3 × 15 min/sesión	Microdureza (KHN), SEM	↓ microdureza; cambios superficiales leves	Moderado
El Damanhoury et al., 2021	Premolares humanos	38 %	HP + protocolos remineralizantes	KHN, AFM, SEM/EDX	↓ microdureza, ↑ rugosidad, ↓ Ca/P	Moderado
Llena et al., 2019	Discos esmalte/dentina	37,5-40 %	30 min (HP)	Fluorometría, MTT	Difusión alta; sin daño estructural reportado	Moderado
Veneri et al., 2024	Esmalte humano	35-40 %	3 × 10 min	Perfilometría 3D	Cambios leves de rugosidad	Moderado
Gowtham et al., 2025	Incisivos humanos	35 %	30 min con/sin antioxidantes	SEM	Menor daño con antioxidantes	Moderado
Rahul et al., 2017	Premolares humanos	40 %	2 días × 20 min	SEM, SBS	Porosidad y erosión superficial	Moderado
Fallahzadeh et al., 2024	Premolares humanos	40 %	30 min	SEM/EDX	↓ P; Ca estable; remineralización posterior	Moderado
Godinho et al., 2022	Incisivos humanos	35 %	1 sesión	SEM/EDX	↓ Ca y P; morfología alterada	Moderado
Torres Rodríguez et al., 2016	Discos de dentina	38 %	20 min	Ensayos celulares, ROS	↑ porosidad superficial	Moderado
Kwon et al., 2013	Caninos humanos	40 %	3 sesiones × 60 min	Espectrofotometría	Penetración pulpar sin daño estructural descrito	Moderado
Vasconcelos et al., 2017	Bloques esmalte humano	35 %	1 sesión + erosión ácida	SEM, perfilometría	↑ porosidad y desmineralización	Moderado
Kemaloğlu et al., 2014	Premolares humanos	38 %	45 min × 3 días	AAS	↑ liberación de Ca	Moderado
Sá et al., 2013	Esmalte humano	35-38 %	90 min	AFM, microdureza	↑ rugosidad; dureza estable	Moderado
Balladares et al., 2019	Dientes humanos	35-38 %	Protocolos 3315/1345	Espectrofotometría	Penetración dependiente del pH	Moderado
Fernandes et al., 2020	Esmalte humano	35 %	1 sesión	Microdureza, rugosidad	↓ microdureza superficial	Moderado
Gomes et al., 2018	Premolares humanos	35 %	4 × 8 min	Micro CT, SEM/EDX	Cambios microestructurales superficiales	Moderado
Poggio et al., 2016	Incisivos humanos	35 %	1 sesión	SEM	Irregularidades marcadas	Moderado

Amin et al., 2017	Incisivos humanos	35 %	1-3 h	EDX	Sin cambios elementales	Moderado
Lima et al., 2015	Bloques esmalte/dentina	35-38 %	3 sesiones	FT Raman	Alteración matriz orgánica	Moderado
Yang et al., 2022	Dientes humanos	35 %	Plasma frío 5-20 min	SEM/EDX	Daño leve dependiente del tiempo	Moderado
Buzatu et al., 2025	Molares/premolares	35-40 %	15-30 min	SEM/EDS	Erosión difusa con luz	Moderado
Kutuk et al., 2018	Incisivos humanos	38 %	3 × 15 min	SEM/EDS	↓ microdureza inicial reversible	Moderado
de Oliveira Duque et al., 2017	Discos esmalte/dentina	35 %	3 × 15 min	Ensayos celulares	Citotoxicidad dependiente del grosor	Moderado
Polydorou et al., 2018	Esmalte humano	40 %	3 × 20 min/sem	KHN, rugosidad	↑ microdureza, ↑ rugosidad	Moderado

Nota: Todos los estudios presentaron riesgo de sesgo moderado, principalmente por ausencia de cegamiento, variabilidad de protocolos y modelos experimentales.

Resultados de los estudios in vivo

Los 36 estudios incluidos correspondieron principalmente a ensayos clínicos aleatorizados con diseños paralelos, de boca dividida, cruzados o controlados con placebo. La mayoría utilizó peróxido de hidrógeno al 35 %, mientras que un menor número evaluó concentraciones del 38 % y 40 % (4-39). El tamaño muestral presentó una amplia variabilidad, entre 5 y 135 participantes, dependiendo del diseño y del número de grupos incluidos en cada estudio.

Todos los estudios reportaron sensibilidad dental asociada con el blanqueamiento mediante peróxido de hidrógeno, aunque existieron diferencias en los métodos de evaluación y en el nivel de detalle de los resultados reportados (Tabla 1). En relación con el riesgo de sesgo, predominó la clasificación de riesgo moderado; un menor número de estudios presentó bajo riesgo y solo uno fue clasificado con alto riesgo de sesgo.

Intensidad y duración de la sensibilidad dental

De los 36 estudios incluidos (4-39), únicamente 20 proporcionaron información explícita sobre la intensidad o duración de la sensibilidad dental, lo que permitió realizar un análisis más detallado de este efecto adverso. La mayoría de estos estudios correspondió a ensayos clínicos aleatorizados y utilizó escalas subjetivas de evaluación, siendo la escala visual analógica (EVA) la más empleada para cuantificar la sensibilidad dental.

En cuanto a la intensidad, predominó la sensibilidad leve a moderada y no se reportaron casos de sensibilidad severa persistente. Respecto a la duración, esta fue generalmente transitoria y se manifestó durante el tratamiento o dentro de las primeras 24 a 48 horas posteriores al procedimiento. En algunos estudios, la sensibilidad se presentó únicamente durante la aplicación del agente blanqueador y se resolvió posteriormente.

Los estudios que evaluaron concentraciones del 38 % y 40 % también reportaron sensibilidad dental transitoria, con patrones de intensidad y duración similares a los observados con concentraciones del 35 %. No obstante, el número de estudios disponibles para las concentraciones del 38 % y 40 % fue menor (4-39).

Síntesis crítica de los hallazgos

La sensibilidad dental fue un resultado común en los estudios analizados; sin embargo, la falta de estandarización de los métodos de evaluación y el número limitado de estudios que reportaron información sobre intensidad y duración dificultaron la comparación directa de los resultados. La heterogeneidad clínica y metodológica también limitó la posibilidad de realizar un análisis cuantitativo conjunto (4-39).

Resultados de los estudios in vitro

El análisis incluyó 24 estudios *in vitro* (40-63), que evaluaron los efectos de protocolos de blanqueamiento con

peróxido de hidrógeno en altas concentraciones sobre tejidos dentales humanos. Las variables analizadas con mayor frecuencia fueron la microdureza, la rugosidad superficial, los cambios morfológicos y la permeabilidad dentinaria (Tabla 2).

En relación con la microdureza del esmalte, algunos estudios reportaron una disminución posterior al blanqueamiento, particularmente con determinadas concentraciones y tiempos de exposición. Sin embargo, otros estudios no evidenciaron cambios significativos, dependiendo del protocolo y del método de evaluación empleados (40-63).

Respecto a la rugosidad superficial, varios estudios reportaron un incremento tras la aplicación de los agentes blanqueadores. Estos cambios fueron evaluados principalmente mediante técnicas como microscopía electrónica de barrido y perfilometría.

En cuanto a los cambios morfológicos, algunos estudios describieron irregularidades, porosidades y otras modificaciones de la superficie del esmalte, observadas principalmente mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) (40-63).

En los estudios que analizaron la dentina, se reportaron cambios relacionados con la difusión del peróxido de hidrógeno y las características de la superficie o permeabilidad dentinaria. No obstante, los hallazgos variaron de acuerdo con los protocolos experimentales utilizados.

Los métodos de análisis más empleados fueron la microscopía electrónica de barrido (SEM), los ensayos de microdureza Vickers o Knoop, la perfilometría y otras técnicas de análisis morfológico superficial. La heterogeneidad metodológica entre los estudios impidió realizar un análisis cuantitativo conjunto (40-63).

Discusión

Los resultados de la presente revisión muestran que la sensibilidad dental constituye un efecto adverso frecuente asociado con el blanqueamiento dental en consultorio mediante peróxido de hidrógeno en altas concentraciones. Este efecto fue reportado en los estudios *in vivo* incluidos, aunque su intensidad y duración variaron según el protocolo utilizado. La sensibilidad podría relacionarse con la capacidad del peróxido de hidrógeno para difundirse a través del esmalte y la dentina y alcanzar el complejo dentino-pulpar, donde puede inducir una respuesta inflamatoria transitoria.

Estos hallazgos son concordantes con revisiones previas que han reportado sensibilidad dental asociada con el uso de agentes blanqueadores de alta concentración. Sin embargo, algunos estudios no evidenciaron diferencias significativas entre concentraciones, lo que podría relacionarse con variaciones en el tiempo de aplicación, el empleo de agentes desensibilizantes y los métodos utilizados para evaluar la sensibilidad (1). Asimismo, la sensibilidad durante o después del blanqueamiento ha sido descrita como uno de los efectos adversos más frecuentes de este procedimiento (64).

Aunque los estudios incluidos reportaron sensibilidad dental, únicamente 20 proporcionaron información específica sobre su intensidad o duración. En estos estudios predominó una intensidad de leve a moderada y un comportamiento transitorio, generalmente durante el tratamiento o dentro de las primeras 24 a 48 horas posteriores al procedimiento. Estos resultados sugieren que, aunque la sensibilidad es frecuente, suele presentar una duración limitada; no obstante, la heterogeneidad de los métodos de evaluación dificulta establecer con precisión su magnitud clínica.

En relación con la concentración del agente blanqueador, los estudios que evaluaron peróxido de hidrógeno al 38 % y 40 % también reportaron sensibilidad transitoria, con resultados de intensidad y duración similares a los observados con concentraciones del 35 %. Sin embargo, el menor número de estudios disponibles para concentraciones superiores al 35 % limita la comparación entre protocolos y no permite establecer conclusiones definitivas sobre una posible relación dosis-respuesta.

Una revisión de revisiones sistemáticas y metaanálisis también ha señalado variabilidad entre los protocolos de blanqueamiento en consultorio en términos de eficacia blanqueadora y sensibilidad dental, así como una considerable heterogeneidad metodológica entre los estudios disponibles (65). En este contexto, las diferencias en los tiempos de exposición, la frecuencia de aplicación, el uso de agentes desensibilizantes y los instrumentos empleados para medir la sensibilidad dificultan la comparación directa de los resultados.

Otro aspecto relevante fue la ausencia de información sobre determinadas variables en varios de los estudios incluidos, como se observa en la Tabla 1. Esta falta de uniformidad en el reporte limita la comparabilidad de los resultados y dificulta una interpretación integral de la evidencia. De igual manera, predominó un riesgo de sesgo moderado, lo que debe considerarse

al interpretar los hallazgos y refuerza la necesidad de una mayor estandarización metodológica en futuras investigaciones.

Desde una perspectiva clínica, los resultados indican que el blanqueamiento con altas concentraciones de peróxido de hidrógeno puede asociarse con sensibilidad dental de carácter principalmente transitorio. Por ello, la selección del protocolo debería considerar las características del paciente, la concentración del agente, el tiempo de aplicación y las estrategias destinadas al manejo de posibles efectos adversos (4-39).

En cuanto a los hallazgos estructurales, los estudios *in vitro* reportaron modificaciones en el esmalte y la dentina asociadas con la aplicación de peróxido de hidrógeno, entre ellas cambios en la microdureza, la rugosidad superficial, la morfología y la difusión del agente a través de los tejidos dentarios (40-63). Sin embargo, la magnitud y dirección de estos cambios variaron entre los estudios y dependieron de factores como la concentración, el tiempo de exposición y el método de evaluación empleado.

La integración de la evidencia *in vivo* e *in vitro* permite analizar tanto la manifestación clínica de la sensibilidad como los posibles cambios producidos en los tejidos dentarios durante el blanqueamiento. No obstante, los hallazgos experimentales no permiten establecer por sí solos una relación causal directa con la sensibilidad observada clínicamente. Las condiciones *in vitro* no reproducen completamente el entorno oral, incluida la presencia de saliva, la respuesta pulpar y los procesos naturales de remineralización, por lo que estos resultados deben interpretarse como evidencia complementaria a los estudios clínicos.

En conjunto, la evidencia analizada respalda la asociación entre el blanqueamiento dental en consultorio con peróxido de hidrógeno en altas concentraciones y la aparición de sensibilidad dental, generalmente transitoria. Asimismo, los estudios *in vitro* muestran que pueden producirse modificaciones en las propiedades y características estructurales de los tejidos dentarios. Sin embargo, la heterogeneidad clínica y metodológica, la variabilidad en el reporte de los resultados y el predominio de estudios con riesgo de sesgo moderado limitan la posibilidad de establecer conclusiones definitivas y ponen de manifiesto la necesidad de investigaciones con protocolos y criterios de evaluación más estandarizados.

Conclusiones

Con base en la evidencia analizada, el blanqueamiento dental en consultorio con peróxido de hidrógeno en altas concentraciones se asocia con la aparición de sensibilidad dental, generalmente de carácter transitorio. Los estudios *in vivo* mostraron variabilidad en la intensidad y duración de este efecto, mientras que los estudios in vitro reportaron modificaciones en propiedades y características estructurales del esmalte y la dentina.

No obstante, la heterogeneidad clínica y metodológica de los estudios incluidos, así como el predominio de investigaciones con riesgo de sesgo moderado, limitan la posibilidad de establecer conclusiones definitivas sobre la magnitud y relevancia clínica de estos efectos. Por ello, se requieren estudios con protocolos estandarizados y criterios de evaluación homogéneos que permitan comparar con mayor precisión los resultados entre diferentes concentraciones y modalidades de blanqueamiento.

Referencias

1. Gousalya V, Dhamodhar D, Prabu D, Mohan RM, Bharathwaj VV, Sindhu R, et al. Effectiveness of hydrogen peroxide concentrations on bleaching and tooth sensitivity: a systematic review. Indian J Contemp Dent. 2022;11(1):1-8. doi:10.37506/ijocd.v11i1.18806
2. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. J Esthet Restor Dent. 2015;27(5):240-257
3. Buzatu BLR, Luca MM, Galuscan A, Vaduva AO, Fratila AD, Dumitrescu R, et al. From microstructure to shade shift: confocal and spectrophotometric evaluation of peroxide-induced dental bleaching. J Clin Med. 2025;14(13):4642. doi:10.3390/jcm14134642
4. Peixoto AC, Vaez SC, Pereira NA de R, Santana CN da S, Soares KDA, Romão ACTR, et al. High-concentration carbamide peroxide can reduce the sensitivity caused by in-office tooth bleaching: a single-blinded randomized controlled trial. J Appl Oral Sci. 2018;26:e20170573. doi:10.1590/1678-7757-2017-0573
5. Lima SNL, Ribeiro IS, Grisotto MA, Fernandes ES, Hass V, de Jesus Tavarez RR, et al. Evaluation

of several clinical parameters after bleaching with hydrogen peroxide at different concentrations: a randomized clinical trial. J Dent. 2018;68:91-97

6. de Freitas PM, Menezes AN, da Mota ACC, Simões A, Mendes FM, Lago ADN, et al. Does the hybrid light source influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial. Quintessence Int. 2016;47(1):61-73
7. Santos AECG, Bussadori SK, Pinto MM, Brugnera AJ, Zanin FAA, Silva T, et al. Clinical evaluation of in-office tooth whitening with violet LED (405 nm): a double-blind randomized controlled clinical trial. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2021;35:102382
8. de Jesús E, Rojas V, Sánchez-Ramírez C, Vidal J, Araujo L, Parucho O, et al. Evaluation of the change in luminosity and sensitivity in laser-assisted teeth whitening: a randomized controlled clinical trial. Rev Cient Odontol (Lima). 2025;13(2):e239. doi:10.21142/2523-2754-1302-2025-239
9. Shanbhag R, Veena R, Nanjannawar G, Patil J, Hugar S, Vagrali H. Use of clinical bleaching with 35% hydrogen peroxide in esthetic improvement of fluorotic human incisors in vivo. J Contemp Dent Pract. 2013;14(2):208-216. doi:10.5005/jp-journals-10024-1301
10. Ferreira LL, Goncalves AH, Decurcio DA, Silva JA, Favarao IN, Loureiro MAZ, et al. Effect of dental bleaching on pulp oxygen saturation in maxillary central incisors: a randomized clinical trial. J Appl Oral Sci. 2019;27:e20180442
11. Loguercio AD, Tay LY, Herrera DR, Bauer J, Reis A. Effectiveness of nano-calcium phosphate paste on sensitivity during and after bleaching: a randomized clinical trial. Braz Oral Res. 2015;29(1):1-7
12. Martini EC, Parreiras SO, Szesz AL, Coppla FM, Loguercio AD, Reis A. Bleaching-induced tooth sensitivity with application of a desensitizing gel before and after in-office bleaching: a triple-blind randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2020;24(1):385-394
13. Miranda DTH, Hoeppner MG, Garbelini CCD, de Oliveira Toginho Filho D, de Souza IC, Yoshida NM, et al. LED photobiomodulation effect on the bleaching-induced sensitivity with hydrogen peroxide 35%: a controlled randomized clinical trial. Clin Oral Investig. 2022;26(5):3853-3864
14. Moncada G, Sepulveda D, Elphick K, Contente M, Estay J, Bahamondes V, et al. Effects of light activation, agent concentration, and tooth thickness on dental sensitivity after bleaching. Oper Dent. 2013;38(5):467-476
15. Reis A, Dalanhol AP, Cunha TS, Kossatz S, Loguercio AD. Assessment of tooth sensitivity using a desensitizer before light-activated bleaching. Oper Dent. 2011;36(1):12-17
16. Alexandrino LD, Alencar CM, da Silveira ADS, Alves EB, Silva CM. Randomized clinical trial of the effect of NovaMin and CPP-ACPF in combination with dental bleaching. J Appl Oral Sci. 2017;25(3):335-340
17. de Paula EA, Kossatz S, Fernandes D, Loguercio AD, Reis A. Administration of ascorbic acid to prevent bleaching-induced tooth sensitivity: a randomized triple-blind clinical trial. Oper Dent. 2014;39(2):128-135
18. Rezende M, Ferri L, Kossatz S, Loguercio AD, Reis A. Combined bleaching technique using low and high hydrogen peroxide in-office bleaching gel. Oper Dent. 2016;41(4):388-396
19. Fernandes MT, Vaez SC, Lima CM, Nahsan FP, Loguércio AD, Faria-E-Silva AL. Preemptive use of naproxen on tooth sensitivity caused by in-office bleaching: a randomized clinical trial. Oper Dent. 2017;42(5):486-496
20. Pintado-Palomino K, Peitl Filho O, Zanotto ED, Tirapelli C. Use of desensitizing agents during tooth bleaching: a randomized controlled study. J Dent. 2015;43(9):1099-1105
21. Roderjan DA, Stanislawczuk R, Soares DG, de Souza Costa CA, Favoreto MW, Reis A, et al. Effect of medium or high concentrations of in-office dental bleaching gel on the human pulp response in the mandibular incisors. Restor Dent Endod. 2023;48(2):e12. doi:10.5395/rde.2023.48.e12
22. Reis A, Kossatz S, Martins GC, Loguercio AD. Efficacy of and effect on tooth sensitivity of

in-office bleaching gel concentrations: a randomized clinical trial. Oper Dent. 2013;38(4):386-393

23. Rezende M, Bonafé E, Vochikovski L, Farago PV, Loguercio AD, Reis A, et al. Effect of dexamethasone on bleaching-induced tooth sensitivity: randomized clinical trial. J Am Dent Assoc. 2016;147(1):41-49

24. Altınışık H, Nezir M. Clinical evaluation of in-office bleaching with low, medium, and high concentrate hydrogen peroxide: a 6-month a double-blinded randomized controlled trial. Clin Oral Investig. 2025;29(5):260. doi:10.1007/s00784-025-06348-8

25. Pereira SMA, Nahsan FPS, Oliveira AHA, Loguercio AD, Faria-E-Silva AL. Randomized controlled trial of sealed in-office bleaching effectiveness. Braz Dent J. 2014;25(3):207-211

26. Basting RT, Amaral FLB, França FMG, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. Oper Dent. 2012;37(5):464-473

27. Coppla FM, Rezende M, de Paula E, Farago PV, Loguercio AD, Kossatz S, et al. Combination of acetaminophen/codeine analgesics does not avoid bleaching-induced tooth sensitivity: a randomized, triple-blind two-center clinical trial. Oper Dent. 2018;43(2):E53-E63

28. Al-Omiri MK, Al Nazeh AA, Kielbassa AM, Lynch E. Randomized controlled clinical trial on bleaching sensitivity and whitening efficacy of hydrogen peroxide versus combinations of hydrogen peroxide and ozone. Sci Rep. 2018;8(1):2407. doi:10.1038/s41598-018-20878-0

29. Gümüştaş B, Dikmen B. Effectiveness of remineralization agents on the prevention of dental bleaching induced sensitivity: a randomized clinical trial. Int J Dent Hyg. 2022;20(4):650-657. doi:10.1111/idh.12524

30. Lee SS, Kwon SR, Ward M, Jenkins W, Souza S, Li Y. A 3 months clinical evaluation comparing two professional bleaching systems of 25% and 40% hydrogen peroxide and extended treatment outcome using a power versus a manual toothbrush. J Esthet Restor Dent. 2019;31(2):124-131

31. Klaric Sever E, Budimir Z, Cerovac M, Stambuk M, Par M, Negovetic Vranic D, et al. Clinical and patient reported outcomes of bleaching effectiveness. Acta Odontol Scand. 2018;76(1):30-38

32. Mehta D, Venkata S, Naganath M, Lingareddy U, Ishihata H, Finger WJ. Clinical trial of tooth desensitization prior to in-office bleaching. Eur J Oral Sci. 2013;121(5):477-481.

33. Mehta D, Jyothi S, Moogi P, Finger WJ, Sasaki K. Novel treatment of in-office tooth bleaching sensitivity: a randomized, placebo-controlled clinical study. J Esthet Restor Dent. 2018;30(3):254-258

34. de Paula EA, Loguercio AD, Fernandes D, Kossatz S, Reis A. Perioperative use of an anti-inflammatory drug on tooth sensitivity caused by in-office bleaching: a randomized, triple-blind clinical trial. Clin Oral Investig. 2013;17(9):2091-2097

35. de Paula EA, Nava JA, Rosso C, Benazzi CM, Fernandes KT, Kossatz S, et al. In-office bleaching with a two- and seven-day intervals between clinical sessions: a randomized clinical trial on tooth sensitivity. J Dent. 2015;43(4):424-429

36. de Paula B, Alencar C, Ortiz M, Couto R, Araújo J, Silva C. Effect of photobiomodulation with low-level laser therapy combined with potassium nitrate on controlling post-bleaching tooth sensitivity: clinical, randomized, controlled, double-blind, and split-mouth study. Clin Oral Investig. 2019;23(6):2723-2732

37. Diniz ACS, Lima SNL, Tavarez RRDJ, Borges AH, Pinto SCS, Tonetto MR, et al. Preventive use of a resin-based desensitizer containing glutaraldehyde on tooth sensitivity caused by in-office bleaching: a randomized, single-blind clinical trial. Oper Dent. 2018;43(5):472-481

38. Barbosa IF, Barreto SC, Pierote JJA, Câmara JVF, Prieto LT, Lima DANL, et al. Desensitizing agent previously applied during in-office bleaching: a double-blind randomized clinical trial. Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr. 2024;24:e220171. doi:10.1590/pboci.2024.006

39. Vaez SC, Faria-E-Silva AL, Loguércio AD, Fernandes MTG, Nahsan FPS. Preemptive use of etodolac on tooth sensitivity after in-office bleaching: a randomized clinical trial. J Appl Oral Sci. 2018;26:e20160473. doi:10.1590/1678-7757-2016-0473

40. Zeczkowski M, Tenuta LMA, Ambrosano GMB, Aguiar FHB, Lima DANL. Effect of different storage conditions on the physical properties of bleached enamel: an in vitro vs. in situ study. J Dent. 2015;43(9):1154-1161

41. El-Damanhoury HM, Elsahn NA, Sheela S, Bastaty T. In vitro enamel remineralization efficacy of calcium silicate-sodium phosphate-fluoride salts versus NovaMin bioactive glass following tooth whitening. Eur J Dent. 2021;15(3):515-522. doi:10.1055/s-0040-1722484

42. Vasconcelos MF, Fonseca-Gonçalves A, França KA, Medeiros UV, Maia LC, Queiroz CS. An in vitro evaluation of human enamel surfaces subjected to erosive challenge after bleaching. J Esthet Restor Dent. 2017;29(2):128-136

43. Kemaloğlu H, Tezel H, Ergücü Z. Does post-bleaching fluoridation affect the further demineralization of bleached enamel? An in vitro study. BMC Oral Health. 2014;14:113

44. Sa Y, Sun L, Wang Z, Ma X, Liang S, Xing W, et al. Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. Oper Dent. 2013;38(1):100-110

45. Balladares L, Alegría-Acevedo LF, Montenegro-Arana A, Arana-Gordillo LA, Pulido C, Salazar-Gracez MT, et al. Effects of pH and application technique of in-office bleaching gels on hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber. Oper Dent. 2019;44(6):659-667

46. Fernandes RA, Strazzi-Sahyon HB, Suzuki TYU, Briso ALF, dos Santos PH. Effect of dental bleaching on the microhardness and surface roughness of sealed composite resins. Restor Dent Endod. 2020;45(1):e12. doi:10.5395/rde.2020.45.e12

47. Gomes MN, Rodrigues FP, Silikas N, Francci CE. Micro-CT and FE-SEM enamel analyses of calcium-based agent application after bleaching. Clin Oral Investig. 2018;22(2):961-970

48. Poggio C, Grasso N, Ceci M, Beltrami R, Colombo M, Chiesa M. Ultrastructural evaluation of enamel surface morphology after tooth bleaching followed by the application of protective pastes. Scanning. 2016;38(3):221-226

49. Amin A, Thalib B, Hasyim R, Utami I. An analysis of dental enamel after bleaching using 35% hydrogen peroxide with energy-dispersive X-ray spectroscopy. World J Dent. 2017;8(5):393-397. doi:10.5005/jp-journals-10015-1472

50. Lima DANL, Aguiar FHB, Pini NIP, Soares LES, Martin AA, Liporoni PCS, et al. In vitro effects of hydrogen peroxide combined with different activators for the in-office bleaching technique on enamel. Acta Odontol Scand. 2015;73(7):516-521

51. Yang X, Sun K, Zhu W, Li Y, Pan J. Time-dependent efficacy and safety of tooth bleaching with cold plasma and H2O2 gel. BMC Oral Health. 2022;22:535. doi:10.1186/s12903-022-02601-8

52. Llena C, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Martínez CM, Moraleda JM, et al. Comparison of diffusion, cytotoxicity and tissue inflammatory reactions of four commercial bleaching products against human dental pulp stem cells. Sci Rep. 2019;9:7743. doi:10.1038/s41598-019-44223-1

53. Buzatu BLR, Balean O, Luca MM, Buzatu R, Galuscan A, Dumitrescu R, et al. In vitro comparison of three chairside bleaching protocols: effects on enamel microhardness, colour, and qualitative cytotoxicity risk. Dent J (Basel). 2025;13(11):486. doi:10.3390/dj13110486

54. Kutuk ZB, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Effects of in-office bleaching agent combined with different desensitizing agents on enamel. J Appl Oral Sci. 2018;27:e20180233. doi:10.1590/1678-7757-2018-0233

55. de Oliveira Duque CC, Soares DG, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Influence of enamel/dentin thickness on the toxic and esthetic effects of experimental in-office bleaching protocols. Clin Oral Investig. 2017;21(8):2509-2520

56. Polydorou O, Scheitza S, Spraul M, Vach K, Hellwig E. The effect of long-term use of tooth bleaching products on the human enamel surface. Odontology. 2018;106(1):64-72.

57. Veneri F, Cavani F, Bolelli G, Checchi V, Bizzi A, Setti G, et al. In vitro evaluation of the effectiveness and pH variation of dental bleaching gels and their effect on enamel surface roughness. Dent J (Basel). 2024;12(12):415. doi:10.3390/dj12120415

58. Gowtham ST, James V, Sundaresan B, Chandrasekaran C, Sebatni AM, Kumar S. Effect of sweet potato and grape seed extract as an additive to two different concentrations of hydrogen peroxide on human enamel: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2025;36(2):219-222. doi:10.4103/ijdr.ijdr_522_24

59. Rahul M, Anil Kumar P, Nair AS, Mathew S, Amaladas AS, Ommen A. Effects of at-home and in-office bleaching agents on the shear bond strength of metal, ceramic, and composite brackets to enamel. Indian J Dent Res. 2017;28(5):566-573

60. Fallahzadeh F, Nouri F, Rashvand E, Heidari S, Najafi F, Soltanian N. Enamel changes of bleached teeth following application of an experimental combination of chitosan-bioactive glass. BMC Oral Health. 2024;24:445. doi:10.1186/s12903-024-04195-9

61. Godinho M, de N de Ataide I, Lambor R, Fernandes M. Influence of two remineralizing agents on bleached enamel surface morphology and mineral composition: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2022;33(2):188-192. doi:10.4103/ijdr.ijdr_896_21

62. Torres-Rodríguez C, Portolés MT, Matesanz MC, Linares J, Feito MJ, Izquierdo-Barba I, et al. Effects of bleaching on osteoclast activity and their modulation by osteostatin and fibroblast growth factor 2. J Colloid Interface Sci. 2016;461:285-291. doi:10.1016/j.jcis.2015.09.035

63. Kwon SR, Oyoyo U, Li Y. Effect of light activation on tooth whitening efficacy and hydrogen peroxide penetration: an in vitro study. J Dent. 2013;41(Suppl 3):e39-e45. doi:10.1016/j.jdent.2012.12.003

64. Kielbassa AM, Maier M, Gieren AK, Eliav E. Tooth sensitivity during and after vital tooth bleaching: a systematic review on an unsolved problem. Quintessence Int. 2015;46(10):881-897. doi:10.3290/j.qi.a34700

65. Hajeer O, Hasan A. In-office tooth bleaching protocols: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses on whitening efficacy and tooth sensitivity. Saudi Dent J. 2026;38(4):39. doi:10.1007/s44445-026-00159-7

Recepción: 30 de marzo de 2026
Revisión: 31 de marzo de 2026
Aceptación: 11 de mayo de 2026
Publicación: 01 de octubre de 2026

****Conflicto de intereses****

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses de carácter financiero, personal, académico, institucional o de otra índole que pudiera haber influido en la elaboración, desarrollo, resultados o publicación del presente artículo.