



UNIVERSIDAD DE IXTLAHUACA CUI

INCORPORACIÓN CLAVE 8968-22 A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CIRUJANO DENTISTA

*EFFECTIVIDAD DEL ACLARAMIENTO DENTAL CON USO DE
DENTÍFRICO A BASE DE CARBÓN ACTIVADO*

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

GEOVANNI AGUILAR CÁRDENAS
PERLA CARINA ESCOBAR LÓPEZ

ASESOR: C.D. GLORIA ROMERO DÁVILA

Ixtlahuaca, México, Agosto del 2022





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Objetivos	3
2.1	General:	3
2.2	Específicos:	3
3	Material y Métodos	4
3.1	Diseño de estudio:	4
3.2	Procedimiento:	4
4	Revisión Bibliográfica.....	5
4.1	Estructura y abrasión del esmalte	5
4.2	Dentina.....	7
4.3	Concepto de aclaramiento dental.....	8
4.4	Historia del aclaramiento dental	9
4.5	Etiología de los cambios de color.....	10
4.6	Tipos de manchas.....	10
4.7	Técnicas de blanqueamiento dental	12
4.8	Dentífricos.....	19
4.9	Abrasividad y abrasivos	22
4.10	Abrasión dentinaria radiactiva (RDA).....	23
4.11	Abrasión del esmalte radioactiva (REA).....	24
4.12	Dentífricos aclaradores.....	24
4.13	Carbón activado.....	27
4.13.1	Antecedentes históricos.....	29
4.13.2	Origen del carbón activado	30
4.13.3	Métodos de activación	31
4.13.4	Propiedades.....	33
4.13.5	Estructura y porosidad.....	33
4.13.6	Mecanismo de acción (adsorción).....	36
4.13.7	Diferentes usos del carbón activado	37
4.14	Pasta dental aclaradora a base de carbón activado.....	40
4.14.1	Efectividad del dentífrico con carbón activado	42
4.14.2	Abrasividad (RDA) del dentífrico con carbón activado	45
5	Conclusiones	49
6	Referencias bibliográficas.....	51

1 Introducción

En el mundo desarrollado, los pacientes están tomando un mayor interés en la apariencia de su estética dental, por tal motivo ha incrementado la demanda de una mejor apariencia y una sonrisa más blanca, a causa de ello el aclaramiento dental hoy en día es un procedimiento popular y se ha convertido en una de las áreas de la odontología estética de más rápido crecimiento, este cambio de paradigma junto con una mayor accesibilidad a los productos de venta libre ha resultado en una explosión de productos comercializados directamente al público que afirman abordar la decoloración de los dientes (1,2).

El color de los dientes refleja una combinación de su color intrínseco y la presencia de manchas extrínsecas debido a múltiples factores de las que comúnmente se encuentra, la ingesta de alimentos y bebidas ricas en colorantes, el consumo excesivo de tabaco. Se pueden utilizar varios métodos para eliminar las manchas, como limpieza, pulido profesional, dentífricos aclaradores, aclaramiento externo de dientes vitales y micro abrasión del esmalte que tienen como objetivo eliminar manchas y decoloraciones (1,2).

El termino aclaramiento dental es ampliamente utilizado para describir un cambio en el color de los dientes en los productos comercializados al público (1). Uno de los principales agentes aclaradores son los dentífricos que se destacan entre las alternativas disponibles para la prevención y eliminación de manchas dentales, estos productos actúan mediante la presencia de agentes abrasivos, químicos u ópticos (3).

Dicho lo anterior se presenta una propuesta de agente blanqueador como lo es el carbón activado (CA). Es un material a base de carbón, es muy poroso, lo que facilita la recolección de gases, líquidos e impurezas, se utiliza en odontología como agente aclarador y se encuentra en dentífrico y en polvo. Recientemente el CA ha despertado mucho interés por su alta difusión en medios digitales a través de

artistas y celebridades que informan su uso y efectividad. Esto facilita que las personas realicen procedimientos a un costo menor y sin la supervisión de un Cirujano Dentista, incluso antes de que un producto aclarador esté disponible en el mercado y pueda utilizarse, es fundamental realizar primero un análisis de la etiología del aclaramiento dental.

El efecto aclarador del CA se basa a su alta capacidad de adsorber y retener cromógenos en la cavidad bucal, el CA es muy poroso y tiene una superficie extremadamente alta, lo que resulta en una limpieza eficaz y progresiva en los dientes. Aunque no hay pruebas científicas de los productos dentales de CA, los fabricantes afirman comercialmente que aclaran los dientes de manera eficaz en sus materiales de marketing (4). Sin embargo, no hay evidencias relativas de la supuesta eficacia aclaradora de dentífricos de CA, y su principal preocupación es el posible desgaste prematuro y excesivo de la estructura dental (5). Especialmente, cuando el uso del producto es utilizado por niños, por adultos con gran frecuencia o en personas que tienen lesiones no cariosas (4).

Por tal motivo, el objetivo de esta revisión bibliográfica es determinar la eficacia aclaradora del dentífrico a base de carbón activado a partir de revisión de la literatura.

2 Objetivos

2.1 General:

- Determinar la efectividad en el aclaramiento dental de la pasta dental a base de carbón activado a partir de una revisión de la literatura.

2.2 Específicos:

- Determinar los posibles daños en la estructura dental de la pasta dental a base de carbón activado.
- Analizar el mecanismo de acción del carbón activado sobre la estructura dental como aclaramiento.
- Describir las indicaciones para el uso de la pasta dental de carbón activado.

3 Material y Métodos

3.1 Diseño de estudio:

- Revisión no sistemática o narrativa.

3.2 Procedimiento:

Se realizó una revisión de la literatura a través de los sitios web de PUBMED, SCIELO y Google Académico (Scholar) buscando artículos de investigación y casos clínicos con las palabras claves en español: carbón activado, usos carbón, carbón odontología, carbón aclaramiento, pastas dentales, pastas aclaradoras, composición dentífricos, aclaramiento dental y composición esmalte. Y palabras claves en inglés: Activated carbon, carbon uses, dental carbon, whitening carbon, toothpastes, whitening pastes, toothpaste composition, teeth whitening and enamel composition.

El tiempo de recopilación de la información fue de febrero del 2021 a mayo del 2021, con temporalidad menor a 5 años a la autorización de esta investigación. En un inicio se revisaron más de 90 referencias bibliográficas y se seleccionaron 58 y se estudiaron detalladamente, se eliminaron los artículos con idioma distinto al español y al inglés, aquellos que su tema principal no coincidía o que no cumplían con el objetivo a los temas buscados.

La revisión dio respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Tendrá alguna eficacia aclaradora el dentífrico a base de carbón activado sobre la superficie dental? ¿Causara algún daño el dentífrico a base de carbón activado sobre la estructura dental? ¿Cuál es el mecanismo de acción del carbón activado sobre la estructura dental? ¿Cuáles serán las indicaciones para el uso del dentífrico de carbón activado?

4 Revisión Bibliográfica

4.1 Estructura y abrasión del esmalte

Esmalte:

Definición	El esmalte llamado también tejido adamantino, es una estructura acelular, avascular y sin inervación, cubre a manera de casquete a la dentina en la porción coronaria, es considerado el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizadas que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria a la superficie externa en contacto con el medio bucal (6).
Composición	Posee un 96% de matriz inorgánica microcristalina, un 3% de agua y 1% de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico principal del esmalte (7).
Dureza	Tiene una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita (7).
Color	Es translúcido, su color varía entre blanco-amarillento y un blanco-grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, sino que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina (7). El color natural de los dientes a menudo se ve comprometido debido a una alta ingesta en la dieta como, por ejemplo: vino, bebidas carbonatadas, te, café y fumar frecuentemente (9).

Propiedades	<p>Frente a una enfermedad, el esmalte reacciona con pérdida de sustancia, siendo incapaz de repararse, es decir no posee poder regenerativo como sucede con otros tejidos del organismo, aunque puede darse en él un fenómeno de remineralización (7).</p> <p>A pesar de ser una superficie altamente resistente y mineralizada, el esmalte conserva una cierta porosidad y puede ser atravesado por sustancias y partículas capaces de cambiar el color de la dentina y por tanto del propio esmalte (8).</p>
-------------	---

Abrasión del esmalte

La abrasión es un desgaste causado por fricción de un cuerpo extraño que ejerce una acción mecánica sobre los dientes, se relaciona con la pérdida de la estructura del diente, debido a contactos mecánicos repetidos con objetos, por ejemplo, el cepillado dental (10). El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas (11). El desgaste abrasivo surge cuando una superficie dura y rugosa se desliza contra uno más suave, excava en él, hará una serie de ranuras, y provoca la pérdida de material en forma de fragmentos sueltos. El esmalte es la primera capa del diente que se expone primero al cepillado. La abrasión es de etiología multifactorial y numerosos factores afectan el proceso de abrasión y todavía hay probabilidades de que muchos otros factores puedan influir directa o indirectamente en el proceso de abrasión. El diseño del cepillo de dientes, la frecuencia de cepillado, la presión de cepillado y la abrasividad del dentífrico afectan el grado de abrasión cervical observado entre los individuos. La abrasión se asocia más comúnmente con el cepillado de dientes en los márgenes cervicales de los dientes. Las superficies bucales de los dientes son más propensas a la abrasión debido al cepillado excesivo (10).

4.2 Dentina

Definición	La dentina también llamada sustancia marfil, es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen de la pieza dentaria. La porción coronaria de la dentina está recubierta a manera de casquete por el esmalte, mientras que la región radicular esta tapizada por cemento. Interiormente, la dentina delimita a la cámara pulpar que contiene a la pulpa dental. El tejido pulpar y dentinario conforman estructural, embriológica y funcionalmente una verdadera unidad biológica conocida como complejo dentino-pulpar (6).
Composición	La composición química de la dentina es la siguiente: 70% de materia inorgánica (principalmente, cristales de hidroxiapatita), 18% de materia orgánica (principalmente fibras de colágeno) y 12% de agua. El espesor de la dentina varía según la pieza dentaria, en los incisivos inferiores es mínimo de 1 a 1,5 mm, mientras que en caninos y molares es de 3 mm, aproximadamente. En cada diente el espesor es mayor en los bordes incisales o cuspídeos y menor en la raíz (7).
Dureza	La dureza de la dentina está determinada por su grado de mineralización, es mucho menor que la del esmalte y algo mayor que la del hueso y el cemento (7).
Color	Presenta un color blanco-amarillento, pero puede variar de un individuo a otro y también a lo largo de la vida. Como el esmalte es translúcido por su alto grado de mineralización el color del diente lo aporta generalmente la dentina. Su color puede depender de: el grado de mineralización, los dientes primarios presentan un tono

	<p>blanco azulado por el menor grado de mineralización; la vitalidad pulpar: los dientes desvitalizados presentan coloración grisácea; la edad: la dentina se torna progresivamente más amarillenta con la edad por la esclerosis fisiológica; los pigmentos: pueden tener origen endógeno o exógeno (7).</p>
Propiedades	<p>En su microestructura, la dentina tiene una serie de pequeños canales conocidos como túbulos dentinarios, que conectan con cientos de fibras nerviosas (procesos odontoblasticos) con capacidad de transmitir sensaciones de dolor (12). Los procesos odontoblasticos son largas prolongaciones citoplasmáticas de las células especializadas llamadas odontoblastos, cuyos cuerpos se ubican en la región más periférica de la pulpa. Estas células producen la matriz colágena de la dentina y también participan en el proceso de mineralización de la misma siendo el responsable de la formación y del mantenimiento de la dentina (7).</p>

4.3 Concepto de aclaramiento dental

El aclaramiento dental se define como la remoción total de las pigmentaciones localizadas en las superficies de los órganos dentarios a través del uso de múltiples sistemas aclaradores existentes (13). Así mismo es un tratamiento que implica la mejora de la coloración de los dientes en poco tiempo y este tratamiento no parece invasivo para los pacientes (8).

4.4 Historia del aclaramiento dental

El aclaramiento dental, aunque pueda parecerlo, no se trata de una técnica actual, pues los primeros intentos ya se informaban en 1848 en dientes no vitales y de 1868 en dientes vitales, utilizando en ambos casos peróxido de hidrógeno a como agente aclarador. En 1877, Chapplein utilizó ácido oxálico en experiencias poco satisfactorias y luego cambio este compuesto por dióxido de hidrógeno, cloro y luz ultravioleta pero no informo sobre casos clínicos favorables. En 1895, Westlake descubrió el uso de peróxido de hidrógeno con gran éxito de resultados. Abbot, en 1918, empleó peróxido de hidrógeno diluido en agua junto con un instrumento calentado para acelerar la reacción química. Kane, en 1926, utilizo ácido clorhídrico y calor para realizar tratamientos semipermanentes pero la manipulación tenía un riesgo muy elevado y no se conocían con certeza las concentraciones del ácido. En 1951, Aprile trató manchas extrínsecas con complejos de hipocloritos estabilizados, ácido tartárico y peróxidos de hidrógeno con buenos resultados clínicos (14).

A finales de la década de 1960, el Dr. B. Klusemeir un ortodoncista, diseño una bandeja de juste personalizado y prescribió un antiséptico oral de venta libre, Gly-Oxide, que contiene 10% de peróxido de carbamida y se dio cuenta que este tratamiento no solo mejoro la salud gingival, sino que también aclaraba los dientes. Parkins y Cohen añadieron a sus tratamientos el uso de peróxido de hidrogeno con calor y obtuvieron un 70% de casos satisfactorios. En la década de los 80, Robertsson y Melfi estudiaron la técnica de Parkins y Coheny observaron que algunos pacientes presentaban irritación pulpar durante el tratamiento. En el año 1989, Heyman realizaron una investigación con peróxido de carbamida al 10% en pacientes que lo utilizaban durante 2-6 semanas por la noche, comunicando resultados favorables y popularizaron el uso de cubetas individuales, y también en 1990 realizaron un estudio in vitro que les permitió llegar a la conclusión de que este compuesto no alteraba la superficie ni la estructura del esmalte. Desde entonces ha aumentado la variedad y calidad de los tratamientos aclaradores dentales (15,14).

4.5 Etiología de los cambios de color.

El color del esmalte dental varía considerablemente dependiendo de su espesura y su grado de mineralización. Cuanto más mineralizado más translúcido se muestra. De la misma forma ocurre con la dentina situación que cambiará con los años (16). La dentina se vuelve progresivamente más amarillenta con la edad, a ello contribuye la esclerosis fisiológica de los túbulos por depósito de los calcosféricos intratubulares en las personas de edad avanzada, por lo tanto, la dentina es también menos translúcida y menos permeable que la dentina de un diente joven (7). Durante la formación de la estructura dental algunas manchas pre-eruptivas pueden ser incorporadas, como las manchas por tetraciclina, fluorosis, amelogénesis y dentinogénesis imperfectas. Después de la erupción se someten los dientes al medio bucal y pasan a sufrir cambios que muchas veces se manifiestan a través de cambio de color, forma y textura. Es por eso que los dientes oscurecidos con la edad se muestran más favorables a un aclaramiento (16). El envejecimiento es una causa común de la decoloración, la deposición de dentina secundaria y terciaria, el adelgazamiento del esmalte y la acumulación de manchas alimentarias dan como resultado dientes más oscuros (15).

4.6 Tipos de manchas

Muchos tipos de problemas de color pueden afectar la apariencia de los dientes y las causas de estos son variables, al igual que el tiempo empleado con el que pueden ser eliminados. Por lo tanto, las causas de las manchas en los dientes deben ser cuidadosamente evaluadas para una mejor predicción del tiempo y el grado en el que el aclaramiento mejore el color del diente, ya que algunas manchas son más sensibles al proceso que otras. Las manchas pueden ser extrínsecas e intrínsecas (17). Los cromógenos son pequeñas moléculas que producen un color, y estas se encuentran en alimentos, bebidas (por ejemplo, el café, té, vino tinto, frutas) y tabaco (9).

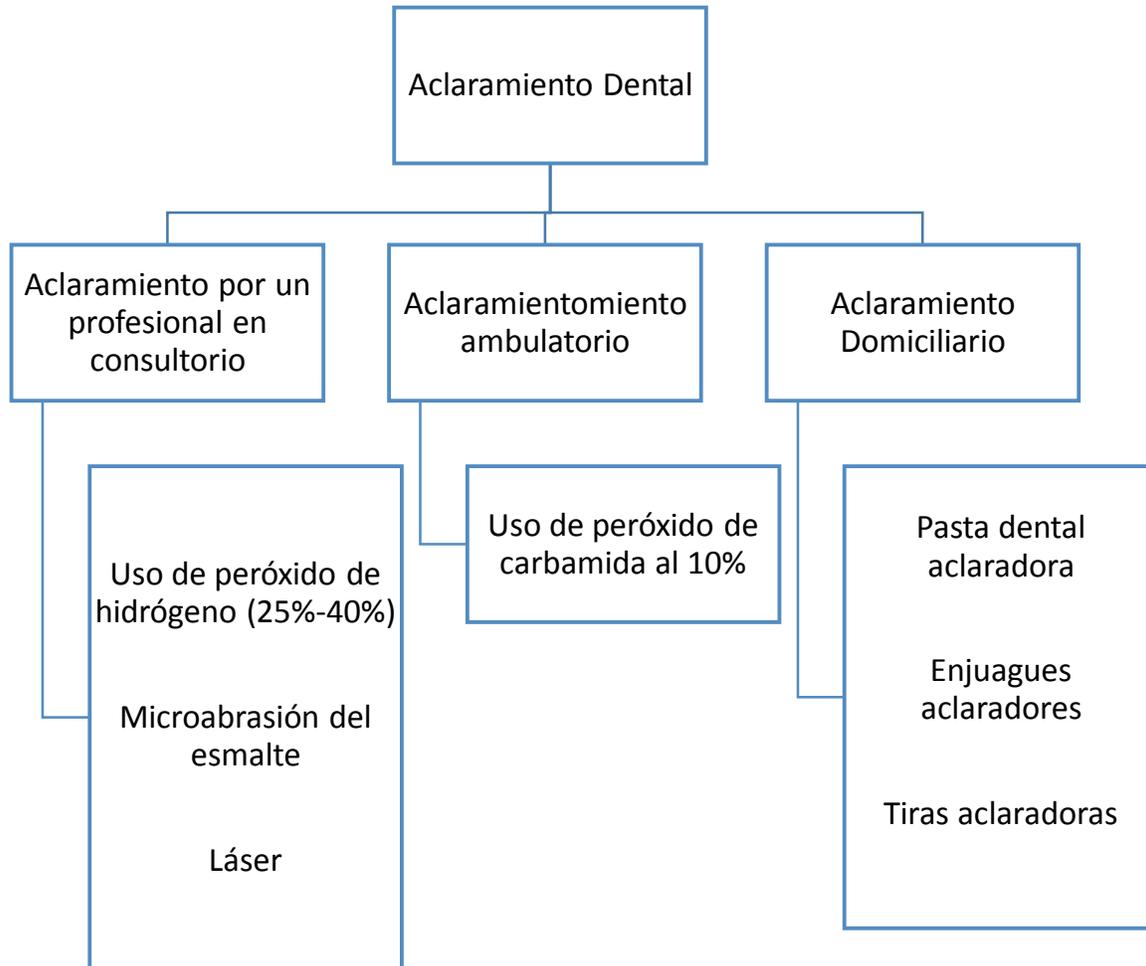
Manchas extrínsecas:

Estas manchas se producen cuando los cromógenos como el tabaco, el té, el café, el vino tinto, los medicamentos, las especias y el biofilm se adhieren directamente al diente creando manchas características de color negro o marrón (15). Las manchas extrínsecas generalmente son el resultado de la acumulación de sustancias cromatogénicas en la superficie externa del diente, dichos cambios de color pueden ocurrir debido a una mala higiene oral. Estas manchas se localizan principalmente en la superficie del diente y son generadas por la reacción entre los azúcares y aminoácidos, o bien son adquiridas por la retención de cromógenos exógenos en el esmalte (17). Algunas bebidas, tabaco y colorantes de alimentos son responsables del oscurecimiento y pigmentación de los dientes, esto incluye bebidas como café, vino tinto, té, refrescos y bebidas energizantes (18). La mayoría de las pigmentaciones extrínsecas de los dientes pueden ser eliminadas por procedimientos profilácticos de rutina. Si esto no es posible, con el tiempo, estas manchas se oscurecen y se vuelven más persistentes, pero todavía son sensibles a la decoloración (17).

Manchas intrínsecas:

Los cromógenos que se depositan dentro del volumen del diente principalmente en la dentina se denominan tinciones intrínsecas y son de origen sistémico o pulpar (15). Las manchas intrínsecas son causadas generalmente por manchas localizadas de manera profunda, interna o por defectos de esmalte y dentina, logrando ser congénitos, adquiridos, metabólicos, iatrogénicos, traumáticos, hereditarios, por degeneración pulpar, fisiológicos, micro fisuras en el esmalte, medicamentos que manchan como la tetraciclina, fluorosis, la ictericia grave en la infancia, la porfiria eritropoyética congénita, procesos infecciosos, hipocalcificación del esmalte, restauraciones, envejecimiento y el adelgazamiento de la capa de esmalte (17).

4.7 Técnicas de blanqueamiento dental



Fuente: (13,17) N LL, L GV. 2016; 41(11) y E SC. 2018; 75(1): p. 9-25.

Aclaramiento por un profesional en consultorio

Uso de peróxido de hidrógeno

En el consultorio se utiliza concentraciones más altas de peróxido de hidrógeno de 25% a 40% para lograr un aclaramiento dental más rápido (15). Este tipo de tratamiento el odontólogo tiene un control completo durante todo el procedimiento y tiene la capacidad de detenerse cuando se consigue el efecto deseado (17). Generalmente se aplica directamente sobre la superficie dental y requiere de 2 a 4 aplicaciones de 15 minutos cada una, cada una se puede realizar en una o más sesiones, sin embargo, a pesar de las indicaciones genéricas, la duración, el número de tratamiento y los métodos de uso deben estar siempre de acuerdo con las instrucciones del fabricante y variar en función de la concentración del gel (8).

Procedimiento y materiales

Para el desarrollo de esta técnica, el material ideal utilizado es el peróxido de hidrógeno al 35%. Se requiere dos visitas, en la primera, se le orienta al paciente no usar ningún enjuague bucal al menos 3 días antes del tratamiento y realizarse una profilaxis dental una semana antes del tratamiento. Este primer contacto con el paciente sirve para explicarle el procedimiento de la terapia que se le realizaría posteriormente. En la segunda visita, se toma registro de color y se procede a realizar un pulido de las superficies dentales con un kit de pulido de resina, después se coloca un separador de carrillos y se procede. Se aplica por sectores de dos o tres dientes el protector marginal, para proteger la encía marginal y papilar. Se polimerizaron los sectores durante 30 segundos con una lámpara Led. Este paso se efectuó en ambas arcadas. Luego se prepara el gel de peróxido de hidrógeno al 35% en proporción de 3 gotas de este con una de espesante y se aplica 1 mm sobre la superficie de los dientes aclarar y se deja actuar por 40 minutos o se realizan 3 aplicaciones de 15 minutos repitiendo los pasos anteriormente descritos. Transcurrido el tiempo de actuación, se retira el gel con rollos de algodón y se

enjuaga con agua y aire abundante. Al final se registra el color obtenido y se comprueba el resultado con el color inicial (19).

Indicaciones

Pequeños grupos de dientes; dientes vitales como no vitales; dientes que presentan una coloración amarillenta u oscurecida; dientes manchados u oscurecidos por la deposición de colorantes provenientes de alimentación y especialmente tabaco; dientes que presentan discromías por tetraciclina; no debe existir lesiones cariosas en dientes a aclarar; restauraciones intactas y perfectamente selladas; alteración cromática secundaria a traumatismo (17,14,19).

Técnica de micro abrasión del esmalte.

Es aplicada como una alternativa estética en aquellos casos donde se deseen eliminar manchas blancas, coloraciones parduscas o pigmentaciones por desmineralización de una manera rápida, efectiva y conservadora. Esta técnica se basa en la microreducción química y mecánica del esmalte superficial con un compuesto, dejando una superficie de esmalte sano en el diente (13). Un ejemplo de la técnica es abrasionar la superficie del esmalte con ácido clorhídrico al 6% asociado con un agente abrasivo (carburo de silicio) formando una pasta. Esta técnica presenta buenos resultados inmediatos y duraderos (14).

Indicación:

Pacientes con fluorosis dental; pigmentaciones por desmineralización, manchas extrínsecas (14).

Aclaramiento dental con láser

La acción de los agentes aclaradores se puede potenciar mediante el uso de fuentes de luz, este es el ejemplo del aclaramiento dental con láser. Este tratamiento en particular implica el uso de peróxido de hidrógeno en altas concentraciones y una vez aplicado sobre la superficie dental, se irradia con un láser en longitud de onda precisa, el gel de peróxido de hidrógeno es termocatalizado por el calor generado por la irradiación y libera radicales libres que puede penetrar la estructura del diente, de esta manera se desencadenan reacciones de oxidación-reducción dentro del diente, que descomponen las moléculas de las manchas en compuestos más pequeños, incoloros y fácilmente eliminables (8,17).

Aclaramiento ambulatorio

Uso de peróxido de carbamida

Este tipo de tratamiento se lleva a cabo por los propios pacientes, pero debe ser supervisado por el odontólogo durante sus citas de revisión, básicamente implica el uso de una baja concentración de agente aclarador peróxido de carbamida al 10%-22% para la técnica en el hogar (17). Se coloca en contacto con los dientes con la ayuda de cubetas especiales personalizadas (8).

Procedimiento y materiales

Seleccionamos el material con el que se realizara el aclaramiento dental pensando en la comodidad y expectativas del paciente, se determina el tono real de los dientes del paciente mediante un colorímetro, se realizan impresiones de alginato, para una vez obtenido el modelo se coloque un encerado espaciador que será ocupado por el material aclarador, después se elabora una bandeja tipo guarda oclusal con el grosor de 2mm, se instruye al paciente con indicaciones precisas de la secuencia como debe utilizar los materiales y posteriormente se le entrega el kit completo (17).

Antes de colocarse el gel aclarador en la guarda deberá cepillarse muy bien los dientes, durante 2 minutos sin enjuagar y utilizar hilo dental, posterior a ello se colocan 2 o 3 gotas de gel en la guarda de cada diente a aclarar, dejar que fluya el exceso y retirarlo con una gasa húmeda, la guarda permanecerá en la boca del paciente de 30 a 60 minutos diariamente, al retirar la guarda deberá enjuagarla con agua fría y retirar sobrantes con cepillo de cerdas suaves. El paciente debe esperar 30 minutos para poder tomar líquidos o ingerir alimentos, se recomienda al paciente durante el tratamiento evite la ingesta de dieta rica en alimentos con colorantes. Se realizarán valoraciones periódicas para comprobar el cambio de color y el color definitivo se alcanzará después de 1 o 2 semanas (17).

Indicaciones

Dientes que presentan una coloración amarillenta u oscurecida; dientes manchados por la deposición de colorantes provenientes de alimentación y especialmente tabaco; y dientes que presentan discromías por tetraciclina (17,14).

Aclaramiento dental domiciliario

Tiras aclaradoras

Las tiras son capas delgadas de gel de peróxido de hidrógeno al 5,3% sobre tiras de polietileno, con forma para cubrir los dientes anteriores de canino a canino que deben adherirse a los dientes durante 30 minutos, dos veces al día, durante 14 días, económico, práctico y con bajo riesgo de hipersensibilidad dentinaria, este tratamiento requiere tiempos bastante largos y los resultados son garantizados solo por unos pocos meses (15,8).

Enjuagues aclaradores

El enjuague contiene peróxido de hidrógeno, que reacciona con las manchas, aclarando el diente de 1 a 2 tonos, los fabricantes recomiendan enjuagar durante 3 meses 2 veces al día durante 60 segundos cada una (15).

Pastas dentales aclaradoras

Las pastas dentales aclaradoras ofrecen métodos de aclaramiento cada vez más simples y menos costosos para quienes desean tener dientes más limpios y más blancos, contienen cantidades más altas de abrasivos, lo que la hace muy eficaz para eliminar las manchas extrínsecas, mejorando significativamente la apariencia de los dientes (20,15). Estas pastas pueden contener sustancias abrasivas suaves y otras no abrasivas, todas ellas compatibles con el esmalte como silica, pirofosfatos, tripolipirofosfatos, oxido de aluminio, peróxidos de hidrogeno y carbamida, bicarbonato de sodio y hierbas naturales (13).

Contraindicaciones para el aclaramiento dental para todas las técnicas

Sensibilidad dental; exposiciones radiculares; grietas o fisuras por procesos cariosos; enfermedad periodontal sin tratar; composites mal ajustados; caries amplias; dientes con grandes restauraciones u obturaciones repetidas en el mismo diente; menores de edad por el tamaño de la cámara pulpar (13).

Efectos secundarios de un aclaramiento dental con peróxidos

Durante las primeras 24 horas después del tratamiento algunos pacientes experimentan algún grado de sensibilidad en los dientes, dicha sensibilidad es un efecto común y en cierta forma normal del tratamiento de aclarador con peróxidos, normalmente no reviste mayor gravedad, pero para aminorarlo se le receta antiinflamatorios por vía oral y pastas dentales de composición especial (13). La sensibilidad dental y la irritación gingival o de las mucosas son los efectos secundarios más comunes del aclaramiento dental con peróxidos (2).

Sensibilidad dental pos operatorio:

Se cree que la sensibilidad es causada por la difusión de subproductos producidos durante la degradación de peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida a través de los túbulos dentinarios. La mayoría con 86% puede experimentar una sensibilidad leve, mientras que el 10% experimenta una sensibilidad moderada y solo el 4% puede experimentar una sensibilidad severa. Los síntomas se notan al principio del tratamiento, generalmente después de 2 a 3 días, y puede persistir de 3 a 4 horas después de retirar la cubeta y desaparecer poco después de finalizado el tratamiento. Los pacientes con sensibilidad existente deben recibir tratamiento antes y después de iniciar el procedimiento aclarador: se pueden usar pastas dentales sensibilizantes, pastas y geles de fluoruro de sodio al 5% durante 2 a 3 semanas antes del tratamiento o durante el tratamiento. Se puede usar un gel de fluoruro de sodio neutro o nitrato de potasio de 3% a 5% en una bandeja antes o después de la decoloración durante 10 a 30 minutos (2).

Irritación gingival o mucosa

Algunos pacientes pueden experimentar irritación gingival o de las mucosas durante los procedimientos de aclaramiento. Este tipo de complicación ocurre cuando el peróxido entra en contacto con la encía, también puede afectar a la mucosa del carrillo y del labio, produciendo lesiones ulcerativas, esto ocurre por exceso de material y una mala protección de los tejidos blandos (13). Siempre se debe usar dique de hule o gel protector de encía proporcionada por el fabricante, para proteger los tejidos blandos durante los procedimientos de aclaramiento dental. Algunos fabricantes incluyen una sustancia neutralizante en caso de que accidentalmente el peróxido toque los tejidos blandos (2).

4.8 Dentífricos

Un dentífrico se define como un material semisólido para eliminar los depósitos naturales de los dientes cuando se usa con un cepillo de dientes (21). Se utiliza principalmente para promover la limpieza bucal y también actúa como un abrasivo que ayuda a prevenir la acumulación de biofilm y las partículas de comida en los dientes, favorece a eliminar la halitosis y libera ingredientes activos como el fluoruro para ayudar a prevenir enfermedades en los dientes y encías (22).

Historia del dentífrico:

Los dentífricos se han utilizado desde la antigüedad y son unos de los principales componentes insustituibles del cuidado de la salud bucal (tabla 1) (22).

Tabla 1: Evolución de los dentífricos		
Año	Dentífrico utilizado	Propiedades
3000–5000 AC (egipcios antiguos)	Dentífrico de ceniza en polvo	Sabor terrible con nivel mínimo de limpieza dental
5000a.C.(Grecia y Roma)	Con abrasivos como huesos triturados	Más poder limpiador con mal gusto
500 a.C. (China e India)	Polvo y dentífrico	Se añadió sabor como mentas, sal y ginseng
Hasta 1800	Pastas y polvo crudo	Mejor limpieza
1824	Un dentista llamado Peabody agregó jabón al dentífrico.	Limpieza añadida. El jabón fue reemplazado por lauril de sodio.
1868	Forma nueva y mejorada de polvo dental en tableta	Suficiente para un cepillo
Fin del siglo XIX	Se introdujeron los jabones dentales.	Jabón en polvo a un polvo dental ordinario

1873	Colgate inicio la producción comercial	Estos dentífricos usaban agentes muy abrasivos
1892	Dentífricos en un tubo por el Dr. Washington	Similar al dentífrico de la versión actual
1914	Se agrega fluoruro a al dentífrico	Disminución de las caries dentales
1950	El dentífrico con fluoruro fue aprobado por la ADA	Disminución de las caries dentales
1975	Se hizo disponible un dentífrico a base de hierbas como la de Tom	Alternativa a la limpieza de dientes sin fluoruro
1987	Se inventó el dentífrico comestible	Inventado por la nasa para que los astronautas pudieran cepillarse los dientes sin escupir en un abismo de gravedad cero
1989	Rembrandt invento el primer dentífrico aclaradora	Creada como alternativa aclaradora dental
2006	Primer dentífrico que contiene hidroxiapatita como alternativa al fluoruro	Crea una nueva capa de esmalte sintético alrededor del diente.

Fuente: (23) S VM, Lahari-Buggapati. 2017; 4(352-355).

Una función clave de los dentífricos es controlar las acumulaciones de manchas, que se atribuyen principalmente a la unión química de los cromógenos dietéticos con compuestos proteicos en la película salival que cubre la superficie dental. La mancha extrínseca es tenaz, su prevención y eliminación requiere dentífricos que contengan agentes abrasivos, ya que el cepillado dental sin estos es ineficaz (24).

Un dentífrico debe tener la capacidad de eliminar las manchas extrínsecas de manera eficaz sin provocar una abrasión excesiva innecesaria en los dientes. Además, como medio para inhibir las acumulaciones dentales como placa y sarro, un dentífrico debe impartir una superficie lisa y muy pulida a los dientes (24).

Un dentífrico comúnmente contiene los siguientes ingredientes:

1. Abrasivos: Sílice o sílice hidratada, óxidos de aluminio hidratados, carbonato de calcio y brushita. Estos se agregan para limpiar y eliminar las manchas.
2. Agua: Actúa como solvente y disuelve los ingredientes permitiendo que se mezclen.
3. Humectantes: Glicerina, sorbitol, propilenglicol y aceite de parafina. Estos actúan como agentes humectantes y evitan que el dentífrico se seque durante el almacenamiento.
4. Detergente: Lauril sulfato de sodio y lauril sarcosinato de sodio. Disminuyen la tensión superficial, emulsionando y eliminando los desechos con su acción espumante.
5. Agente espesante: Coloides de algas (alginatos), celulosas sintéticas (carboximetilcelulosa) y gomas naturales (arábica, karaya y tragacanto). Estos son hidrofílicos coloides que se dispersan o se hinchan en presencia de agua y se utilizan para estabilizar formulaciones dentífricas evitando la separación de las fases sólida y líquida.
6. Agente aromatizante: Menta, menta pimienta, menta verde, edulcorantes como sacarina, acesulfamo-k, aspartamo y xilitol. Varios naturales y artificiales agentes aromatizantes.
7. Agente Activo: Fluoruro de sodio, triclosán y cloruro de estroncio. Estos son los componentes activos que se agregan al dentífrico para reducir la caries, inhibir la formación de sarro, ayudar en la desensibilización y tienen acción antimicrobiana y antiinflamatoria (23).

4.9 Abrasividad y abrasivos

Un dentífrico con alta abrasividad (destrucción mecánica de manchas) eliminara la parte exterior del esmalte, incluidas las manchas adheridas e incorporadas. Los abrasivos son los ingredientes más importantes en las formulaciones de los dentífricos (tabla 2) para una eficaz eliminación de ciertas pigmentaciones. Los abrasivos duros eliminarán las manchas más difíciles que los abrasivos blandos, sin embargo, pueden ser perjudiciales para el esmalte y especialmente para la dentina expuesta (9).

Nombre	Eliminación de mancha esperada
Bicarbonato de sodio	Bajo
Fosfato dicalcico dihidratado	Bajo
Carbonato de calcio	Bajo
Pirofosfato de calcio	Medio
Hidroxiapatita	Medio
Sílice hidratada	Medio
Perlita	Alto
Alúmina	Alto

Fuente: (9) Matthias-Epple, Frederic-Meyer. 2019; 7(79).

Los abrasivos mecánicos de diferentes tipos, formas, tamaños y cantidades confieren a los dentífricos su propiedad limpiadora, sin embargo, también se sabe que causan una cierta cantidad de desgaste dental, una propiedad a la que se hace referencia como abrasividad. Dado que los abrasivos poseen efectos tanto beneficiosos como peligrosos, la abrasividad de los dentífricos se ha monitoreado durante décadas para controlar estos efectos (9).

4.10 Abrasión dentinaria radiactiva (RDA)

Establecida en la década de 1950, la abrasividad de la dentina radioactiva (RDA) fue el primer parámetro estandarizado (tabla 3) para determinar el potencial abrasivo de los dentífricos. Es ampliamente conocido y aceptado como el gold standart. Para determinar el RDA se cepilla la dentina radiactiva sana con el dentífrico probado. A continuación, se mide la liberación resultante de dentina radiactiva y se compara con la producida al cepillar la misma dentina radiactiva con un patrón abrasivo. A la abrasividad del abrasivo estándar se le asigna arbitrariamente el valor 100. La abrasividad de la pasta dental ensayada se expresa luego como un porcentaje del valor mencionado anteriormente. En otras palabras, un dentífrico que cause la mitad de abrasión que el abrasivo estándar tendría un valor de RDA de 50, es decir, cuando mayor sea el valor RDA, mayor será la abrasividad (25).

Los estándares actuales de RDA fueron diseñados para asegurar que el uso de por vida de un dentífrico menos de 250 de RDA no produciría daño a más de 1 mm de dentina. Por consecuencia los dentífricos con valores de RDA por debajo de 250 generalmente se aceptan como seguras (8).

De 0 a 80	Baja abrasión
70 a 100	Abrasión de rango medio
100 a 150	Altamente abrasivo
150 a 250	Considerado dañino para los dientes

Fuente: (26) G C. 2020.

Radioactividad: La radiactividad es un fenómeno natural que consiste en la emisión espontánea de partículas y/o radiación electromagnética por un núcleo. Como consecuencia, el núcleo original, núcleo padre, se transmuta por lo general en otro núcleo distinto, núcleo hijo (27).

4.11 Abrasión del esmalte radioactiva (REA)

La abrasividad del esmalte radioactiva (REA) describe el potencial abrasivo de un dentífrico sobre el esmalte dental. Para determinar el REA de un dentífrico, se usa el mismo método y el mismo abrasivo estándar de RDA. Sin embargo, la abrasión estándar en la medición REA se le asignó arbitrariamente el valor 10 (comparado con 100 en la RDA) (25). La mayoría de los dentífricos en el mercado no se prueban para su REA y solo muestran una RDA. La dentina se desgasta mucho más rápidamente que el esmalte dental, de hecho, aproximadamente 10 veces más rápido. Debido a estas observaciones se recomendó la dentina como el área de enfoque para futuros trabajos sobre la seguridad de la abrasión (28).

4.12 Dentífricos aclaradores

Los dentífricos aclaradores funcionan eliminando y controlando las manchas extrínsecas mediante la acción de abrasivos optimizados (29). Varias empresas han desarrollado dentífricos aclaradores, que se consideran una alternativa a los procedimientos de aclaramiento dental o en el hogar y que prometen resultados de aclaramiento en 2 a 4 semanas. Estos dentífricos ofrecen métodos de aclaramiento cada vez más simples y menos costoso para quienes deseen tener dientes más blancos. Varios dentífricos contienen peróxido de hidrógeno, mientras que otros contienen componentes abrasivos, (tabla 4) que promueven la eliminación de manchas extrínsecas (20).

Se debe tener precaución con los dentífricos que contienen elementos aclaradores, ya que su uso diario al tener abrasivos provoca modificación en la superficie del esmalte, no solo la reducción de la adhesión de las biopelículas, que es uno de los beneficios de usar dentífricos. Los dentífricos aclaradores que contienen oxidantes o enzimas químicamente son capaces de modificar los pigmentos adheridos al esmalte dental y ayudan a reducir la intensidad y colores de los pigmentos (30).

Existen dentífricos que contienen pigmentos como son la covarina, la cual es de color azul que puede cambiar el color aparente de los dientes, mediante el depósito

de una fina película semitransparente en la superficie del esmalte dental, esta película al instante modifica la interacción con la luz que resulta en que los dientes, obtengan una apariencia mucho más blanca y brillante. Los dentífricos aclaradores ofrecen los mismos beneficios terapéuticos (anti caries y anti gingivitis) que los dentífricos convencionales (30).

Tabla 4. Ejemplos de agentes activos aclaradores de uso común en productos para uso doméstico y profesional	
Agente aclarador	Modo de acción
Abrasivos (ej. Sílice hidratada, perlita, alúmina)	Eliminación mecánica de manchas extrínsecas.
Agentes anti-rede posición (ej. Polifosfatos, citrato de sodio)	Prevención de la deposición de cromógenos e inhibición de la formación de cálculos donde se podrían incorporar tinciones externas.
Fosfatos de calcio (ej. Hidroxiapatita)	Adhesión de partículas blancas de fosfato cálcico en la superficie del diente y prevención de bacterias.
Colorantes (ej. Covarina azul)	Cambio de espectros de absorción y reflexión de color de amarillo a azul.
Enzimas/proteasas (ej. Papaína y bromelina)	Apoya la eliminación de manchas debido a la degradación de proteínas.
Peróxidos (ej. Peróxido de Hidrógeno, peróxido de calcio)	Oxidación de cromógenos orgánicos.
Poli aspartato (ej. Poli aspartato de sodio)	Inhibición de la formación de placa.
Surfactantes (ej. Lauril sulfato de sodio)	Eliminación de compuestos hidrofóbicos de la superficie del diente.

Fuente: (9) Matthias-Epple, Frederic-Meyer. 2019; 7(79).

La eficacia de los dentífricos aclaradores es cuestionable y controvertida. Los médicos, pacientes e investigadores han expresado su preocupación por los dentífricos aclaradores debido al riesgo de desgaste de la estructura dental y al potencial de decepción si no se logran los resultados estéticos anunciados (21). Algunos autores han logrado eliminar y prevenir eficazmente las manchas extrínsecas mediante el uso de dentífricos aclaradores con partículas abrasivas, mientras otros han informado resultados de aclaramiento satisfactorios con dentífricos que contienen componentes abrasivos y químicos (3).

Eficacia de los dentífricos aclaradores

Torraca-Peraro, demostraron en los resultados de su estudio que todos los dentífricos aclaradores eran efectivos para aclarar los dientes en comparación con un dentífrico sin agentes aclaradores añadidos (31); GS-Casado B, determino en la evidencia de su estudio de revisión sistemática que los dentífricos tienen el potencial en el aclaramiento dental (20); Naidu A, en su estudio de una revisión de la literatura bajo evidencia concluyó que los dentífricos aclaradores son efectivos para cambiar el color del diente al eliminar las manchas extrínsecas en comparación con un dentífricos convencional (1).

4.13 Carbón activado

Definición de carbón activado

El CA es una forma sólida del carbono que posee una microestructura no gráfica desorganizada que le proporciona una estructura abierta superficial, la cual es responsable de su elevada capacidad de adsorción (imagen 1) (32). El carbono es una estructura llena de poros, superficie activa y reactiva, depende del proceso de adsorción en el que las moléculas de gas o líquido se adhieren a la superficie del material sólido. De alguna manera es similar a la atracción magnética de las limaduras de hierro. Dado que el CA tiene un área superficial alta, una superficie porosa y activa, es un material ideal para la adsorción (33).

Imagen 1: Carbón activado



Carbón activado en polvo. Fuente: (34) Mirna-Febriani, Ferry-Jaya. 2019; 12(4).

Carbonización

El proceso de transformación de la madera de lote en carbón se llama pirolisis por carbonización (fabricación de carbón), que es una descomposición química de madera por calentamiento sin oxígeno. El resultado de la carbonización es un compuesto de cristales irregulares que incluyen agujeros entre ellos, estos agujeros se llenarán con carbono desorganizado. Los cristales de carbón tienen una capacidad de adsorción débil porque la temperatura utilizada en la pirolisis es relativamente baja (imagen 2) (33).

Imagen 2. Materias primas de carbón activado



Carbón. Fuente: (34) Mirna-Febriani, Ferry-Jaya. 2019; 12(4).

4.13.1 Antecedentes históricos

La aplicación del carbón en la civilización humana se remota a la época de Hipócrates (alrededor del 400 a.C.) la evidencia muestra que se usó carbón en este tiempo para eliminar el mal olor, sabor y mejorar la calidad del agua o en medicina para prevenir enfermedades infecciosas (35). En 1773 Scheele descubrió el poder adsorción del carbón vegetal mediante el uso de la adsorción de gases en la superficie del carbón. Lowitz en 1785 estudio el uso de carbón vegetal en diversas decoloraciones de soluciones acuosas. Esta es la primera aplicación de carbón vegetal en solución líquida. En 1794 una de las empresas azucareras inglesas utilizó carbón vegetal derivado de la madera para la decoración del jarabe de azúcar (36).

El primer uso reportado de carbón como antídoto ocurrió en 1811, cuando el químico francés Michel Bertrand ingirió carbón con 5g de trióxido de arsénico (33). Bussy en 1822 preparó el primer carbón activado a partir de una combinación de activación física y química. Lipscombe en 1862 preparó carbón para la purificación de agua portátil. Hunter en 1865 preparó carbón activado a partir de cáscara de coco y estudio la adsorción de gases en él. Ostrejko en 1900 desarrollaron carbón activado comercial mediante dos procesos, uso de cloruros metálicos antes de la carbonización y usar oxidación selectiva de dióxido de carbono de carbón vegetal a alta temperatura. En 1911, utilizando el método Ostrejiko por primera vez, el CA se produjo industrialmente y se comercializó con el nombre comercial Epont para las industrias de refinación de azúcar como decolorante. Y en 1911–1918, debido a la primera guerra mundial, la introducción de gas venenoso estaba afectando la respiración del ejército, para ello se desarrolló CA preparado a partir de cáscara de coco (36). En las décadas de 1970 y 1980, el CA era un elemento común de la descontaminación gastrointestinal después de una intoxicación aguda (37).

4.13.2 Origen del carbón activado

El CA puede ser producido por tanto de origen animal como sintético de precursor sólido carbonoso. Se ha clasificado en función de su material de partida. El tipo de material de partida o precursor juega un papel principal en influir en la calidad, características y propiedades del CA resultante. El CA puede ser producido por una variedad de materias primas de origen animal, mineral y vegetal. Las materias primas elegidas para la producción de CA dependen básicamente de su precio, pureza, alcance potencial de su activación y también estabilidad de su suministro. Las materias primas también deben activarse fácilmente y tener propiedades de baja degradación por envejecimiento. Cualquier material económico que tenga un alto contenido de carbono y un bajo contenido inorgánico se puede utilizar como precursor para la producción de CA. Posteriormente, cualquier material lignocelulósico se puede utilizar para fines de CA. En general hay dos fuentes principales de producción de CA: carbón y subproductos agrícolas o materiales lignocelulósicos (38).

El CA comercialmente utiliza básicamente precursores como residuos de petróleo, madera, carbón, turba y lignito que son muy caros y no renovables. Por lo tanto, en los últimos años, la gente se ha centrado en la preparación de CA a base de residuos agrícolas y materiales lignocelulosas que son eficaces y muy económicos como: mazorca de maíz, cáscara de avellana, hueso de olivo, semilla de jojoba, aserrín, cáscara de coco, madera, bagazo de avellana, bambú, cáscara de arroz, cáscara de cacahuete, lodos de fábrica de papel, madera de tamarindo, bagazo de caña de azúcar, y muchos otros (38).

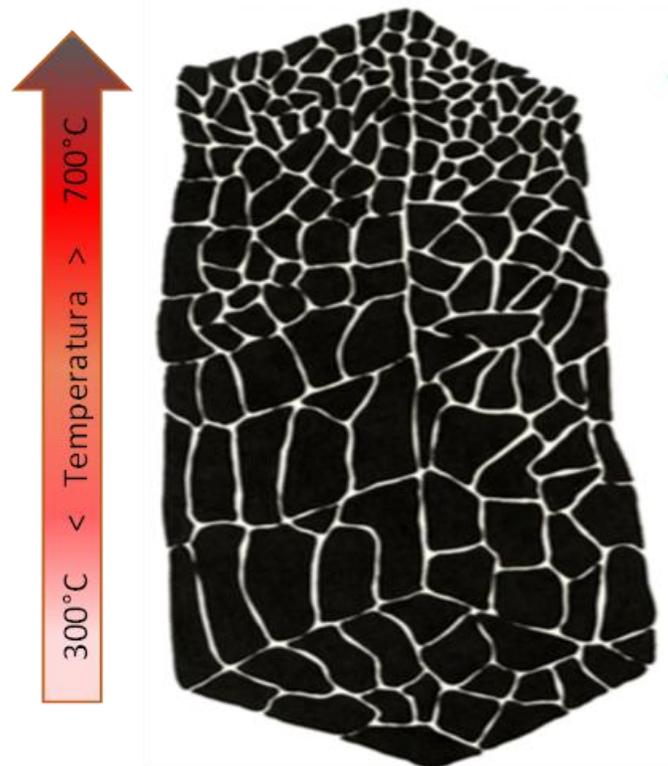
4.13.3 Métodos de activación

Hay dos procesos diferentes para la preparación de CA: activación químico y físico. Ambos tratamientos se encargan de variar las formas y los tamaños (34). El proceso de activación normalmente requiere varios pasos, que incluye el secado de los materiales de partida, trituración, carbonización, activación y secado, la activación produce la formación de alquitrán y una estructura carbonosa de placas y tiras similar al grafito que aumenta la porosidad y las áreas activas (39).

<p>Activación física:</p> <p>Físico o térmico, el tratamiento es un proceso de dos pasos, es decir, carbonización y activación (38).</p> <p>En la carbonización, la materia prima se piroliza en atmósfera inerte a temperaturas en el rango de 600°C a 900°C.</p> <p>En la activación, el material carbonizado es expuesto a atmosferas oxidantes (activador: vapor) a temperaturas más altas en el rango de 600°C a 1200°C (40).</p>	<p>Activación química:</p> <p>También se denomina oxidación húmeda. El material carbonizado es impregnado por un agente de activación y seguido de un proceso de calentamiento en una atmósfera inerte. Esta activación implica un rango de temperatura relativamente bajo de 300°C a 700°C, 400°C a 800°C o 500°C a 800°C.</p> <p>Los agentes activadores actúan como agentes deshidratantes y oxidantes. Los que se utilizan habitualmente son: ácido fosfórico, cloruro de cinc y ácido nítrico. La etapa final es la etapa de lavado, se lava con agua, el paso del lavado eliminará los componentes químicos del CA (38).</p>
---	---

El propósito de la activación es básicamente desarrollar una mayor porosidad y crear un orden de la estructura que resulte en un sólido altamente poroso del CA (34). La temperatura también imparte alteraciones morfológicas al CA, como cambios en el área superficial, el volumen de los poros y la distribución del tamaño de las partículas (imagen 3) (40).

Imagen 3. Representación gráfica de los efectos de la temperatura sobre las propiedades del carbón.



El área de la superficie aumenta con un aumento de la temperatura. Fuente: (40) Sonil-Nanda, K A. 2016; 7: p. 201-235.

La activación química es el método más preferido porque opera a temperaturas más bajas y en tiempos más cortos en comparación con la activación física. Además, la activación química también es rentable y produce CA con mayor rendimiento, mayor área de superficie y mayor porosidad (40).

4.13.4 Propiedades

La estructura del CA está constituida por un conjunto irregular de capas de carbono, con espacios que constituyen la porosidad. Este ordenamiento al azar de las capas y el entrecruzamiento entre ellas impide el ordenamiento de la estructura para dar grafito, aun cuando se someta a tratamientos térmicos de hasta 3000 C. Es precisamente, esta característica del CA la que contribuye a su propiedad más importante, la estructura porosa interna altamente desarrollada y al mismo tiempo, accesible para los procesos de adsorción (41).

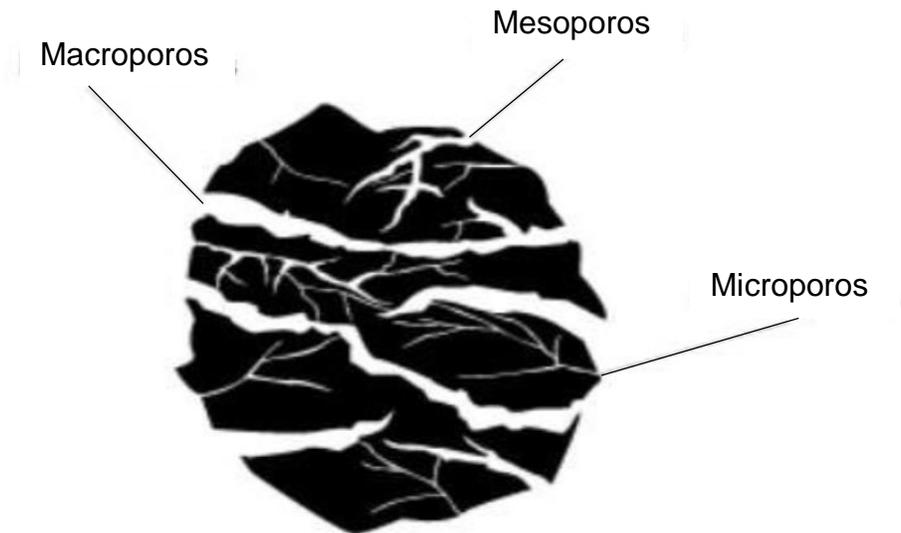
El interés por este tipo de material se basa en algunas de sus propiedades: estabilidad térmica; resistencia al ataque ácido; carácter esencialmente hidrófobo, por su poca afinidad al agua, lo que es muy importante en aplicaciones de adsorción de gases en presencia de humedad o de especies en disolución acuosa; bajo costo relativo; y estructura micro porosa, altamente desarrollada para los procesos de adsorción. La superficie específica y las dimensiones de los poros dependen del precursor y de las condiciones de los procesos de carbonización y activación utilizados (41).

4.13.5 Estructura y porosidad

La mayor capacidad de adsorción del CA depende principalmente de las características porosas como el volumen de poros, la distribución del tamaño de los poros y el área de la superficie (36). La porosidad del CA tiene distintos tipos de poros para las propiedades que se presentan en el proceso de adsorción llegan a ser dependientes de su geometría y de las características de moléculas que son adsorbidas. Se establece una clasificación del tamaño de los poros, señalando los siguientes grupos (imagen 4) (42).

Imagen 4. Clasificación del tamaño de los poros del carbón activado

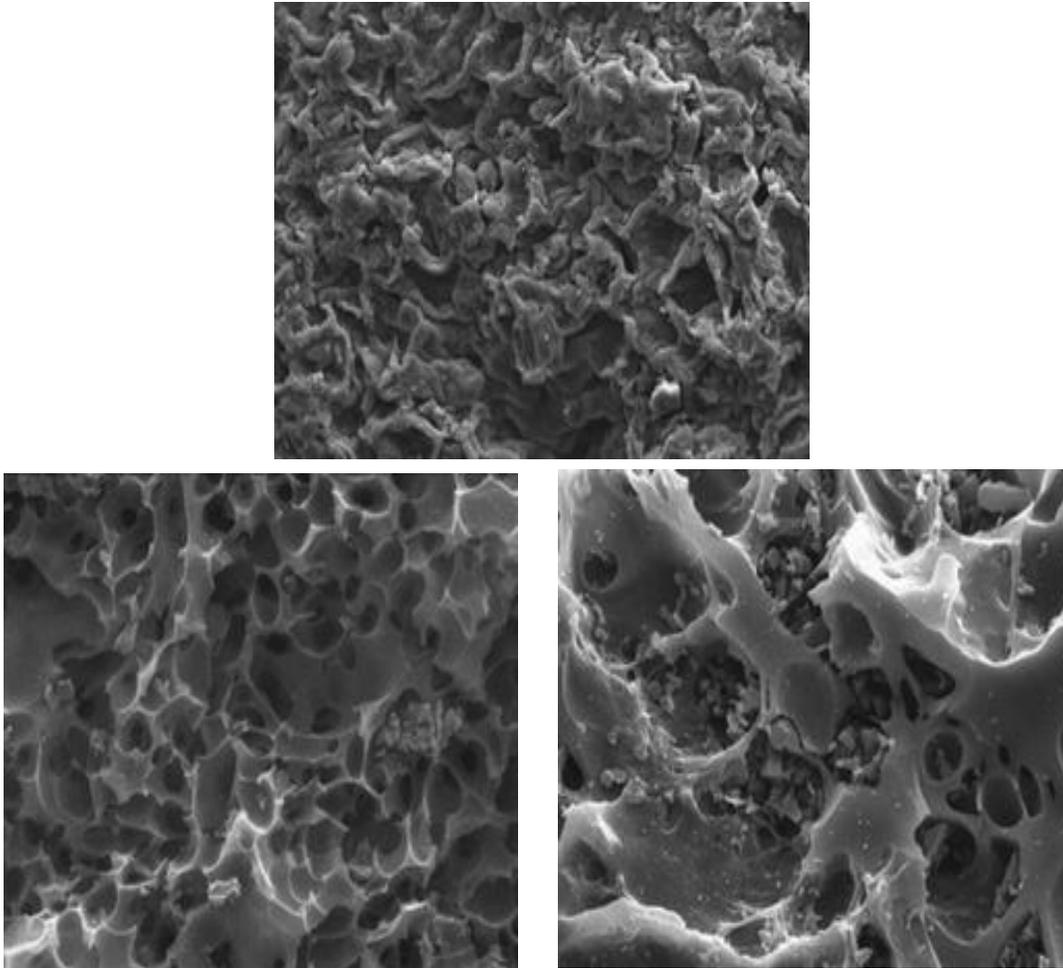
Clasificación del tamaño de poros	
Microporoso	< 2 nm
Mesoporoso	2 > 50 nm
Macroporoso	> 50 nm



Fuente: (42) LS MB. 2019.

En los tipos de poros los mesoporos y microporos constituyen la superficie externa del material y son responsables del 10% de la superficie específica, destacando por su aporte en el proceso de adsorción ya que ayudan al transporte hacia la porosidad más estrecha, pero las funciones de los microporos constituyen del 90% de la adsorción que se da en la superficie (imagen 5) (42).

Imagen 5. Micrografías de carbón activado



Morfología física de la superficie (43) E K, C AB. 2015; 26: p. 811-818.

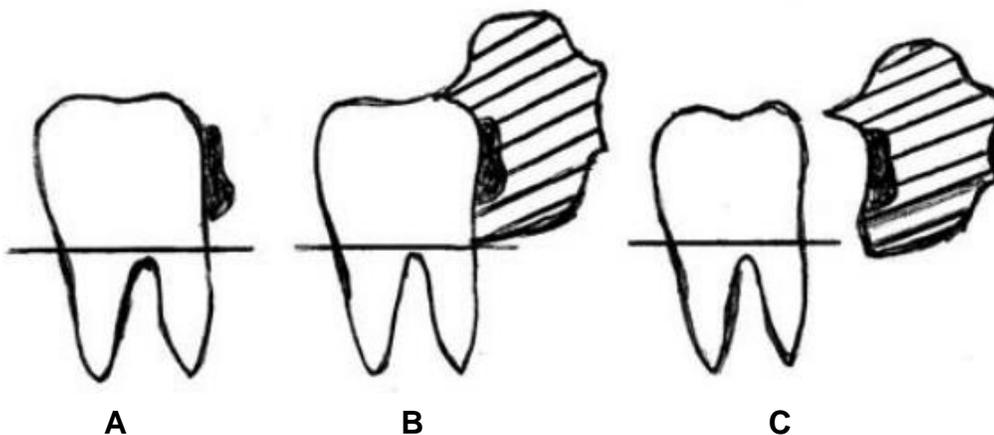
4.13.6 Mecanismo de acción (adsorción)

Adsorción

Es un proceso físico que se produce por interacciones débiles de largo alcance, lo que permite que partículas, moléculas o iones queden atrapados o retenidos sobre la superficie de un material. La sustancia que se adsorbe se llama adsorbato y el material que se emplea para su adsorción es el adsorbente. Dentro de las características fundamentales que distinguen a un buen adsorbente están su alta porosidad, su gran superficie de contacto y que presente sitios específicos de adsorción (44).

Hay tres tipos de adsorción, según que la atracción entre el soluto y el adsorbente, son: de tipo eléctrico, los iones de una sustancia ocupan una superficie debido a una atracción electrostática desde lugares cargados de la misma. La carga del ion es el factor determinante en la adsorción; De Van der Waals, la molécula adsorbida no está fija en un determinado lugar de la superficie, sino que está libre de trasladarse en la interfase; De la naturaleza química, el adsorbato tiene una interacción química con el adsorbente. Esos tres tipos de adsorción suelen combinarse (imagen 6) (45).

Imagen 6. Un ejemplo de adsorción dental: (A) El cromógeno (pigmentación) adherido al diente, (B) el cromógeno se une con la pasta a base de CA, (C) el cromógeno es adsorbido por el CA y eliminado.



Fuente: (45) JM GG 2014; 30(6).

La adsorción tiene ventajas en comparación con otros métodos porque tiene menos procesamiento. Una gran superficie, una estructura micro porosa y un alto grado de reactividad superficial hacen del CA un adsorbente versátil, que es particularmente eficaz en la adsorción de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. (46). Por la alta capacidad de adsorción de materia orgánica, el CA es el material adsorbente mayormente utilizado, por lo que es considerado un adsorbente convencional (44).

4.13.7 Diferentes usos del carbón activado

El CA ha encontrado numerosas aplicaciones en la actualidad, algunas de las cuales incluyen (40):

Aplicaciones biomédicas

Odontológicas: Creación de cepillos dentales con CA infundido en las cerdas para la adsorción de bacterias y prevenir la contaminación bacteriana (47); uso de enjuagues bucales con CA para la eliminación de halitosis (48); uso de filtros nasales de CA por parte del paciente y el dentista minimizará la adsorción de vapor de mercurio y reducirá considerablemente la penetración de mercurio en los pulmones y cerebro después de la eliminación de las amalgamas dentales en los pacientes (49); pastas dentales aclaradoras a base de CA (34).

Medicina: el CA se ha convertido en el método más aconsejado para realizar la descontaminación digestiva en los pacientes con una intoxicación medicamentosa aguda (50). El CA adsorbe muchas sustancias nocivas (medicamentos, fitotoxinas y sustancias químicas venenosas) en su superficie, impidiendo su absorción en el tracto gastrointestinal. La dosis de CA en adultos suele ser de 50 g, mientras que en niños la cantidad administrada se determina por el peso corporal, 0,5 a 1g / kg de peso corporal (51).

Aplicaciones industriales

En el automóvil ayuda a controlar la emisión de vapor de gasolina; para absorber los componentes nocivos del tabaco en los filtros de cigarrillos también se utiliza CA impregnado; catalizador o soporte de catalizador (36); purificación del azúcar para obtener cristales puros; uso en tecnología nuclear; uso en refinado de petróleo; purificación de materiales utilizados en la industria alimentaria (33).

Aplicación en el control de la contaminación ambiental

Remoción o eliminación de olores: la remoción de olores debido a Sulfuro de Hidrógeno (su olor es el de materia orgánica en descomposición) mediante CA se produce por adsorción en su superficie (52); purificación de gases: el CA es utilizado como filtro, especialmente en la recuperación de gases y en el control de las emisiones (53); purificación de aire utilizando filtros con CA para eliminar vapores, partículas de aceite y otros hidrocarburos en el aire (40); en filtros de máscaras para gases venenosos (33); eliminación de mercurio utilizando CA. Durante las actividades humanas, el mercurio se emite al medio ambiente y afecta la salud de los seres humanos y la vida silvestre (54).

Aplicación en el tratamiento de aguas residuales

Tratamiento de agua: la adsorción es un método que ha demostrado ser comprometedor para la eliminación de contaminantes en medios acuosos (44); remoción de colorantes: el CA es un material con propiedades adsorbidas que permiten la remoción de colorantes y sustancias orgánicas en solución (53).

Aplicaciones en la agronomía (fertilización de suelo)

El suelo rico en carbón se ha vuelto popular a nivel local para la producción en cultivos comerciales como la papaya y el mango, demuestran un crecimiento tres veces más rápido (33); el carbón se utiliza en agronomía para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad agrícola; el carbón tiene la capacidad superior para retener los nutrientes esenciales de las plantas en comparación con cualquier otra forma de materia orgánica del suelo (40).

DOF: 22/12/2014

El DOF: 22/12/2014 es un acuerdo de la secretaria de salud mexicana por el que se da a conocer el listado de insumos para la salud considerados como de bajo riesgo para efectos de obtención del Registro Sanitario, y de aquellos productos que por su naturaleza, características propias y uso no se consideran como insumos para la salud y por ende no requieren Registro Sanitario. En el cual el CA se encuentra en el número 440 de este enlistado y por lo tanto se considera de bajo riesgo para la salud ya que el cuerpo humano no lo adsorbe y se considera seguro (55,34).

4.14 Pasta dental aclaradora a base de carbón activado

Recientemente los dentífricos que ha sido ingresadas al mercado son aquellas que contienen CA que ha empezado a llamar la atención por su uso en otros campos de la medicina, como un compuesto que brinda limpieza y aparentemente es biocompatible (30). Pueden comprarse por internet y también en venta en farmacias locales y según se afirma, estos productos eliminan manchas extrínsecas y también pueden producir aclaramiento dental (56). El CA es un material blanqueador natural que se vende a bajo precio, se obtiene fácilmente en las farmacias porque se vende libremente y se considera como adsorbente. El CA tiene una alta porosidad, aérea superficial y el nivel de reactividad superficial es alto, generalmente tiene efectos positivos sobre la salud dental y la boca. El CA es un excelente biomaterial para la limpieza y aclaramiento dental en el mundo (imagen 7). Este es el resultado de una adsorción de depósitos de cromógeno en la superficie de los dientes como la nicotina, pigmentación de los alimentos o bebidas (café, té, vino) alquitrán o tinción de clorhexidina causada por la unión de la acción antiséptica con la superficie aniónica de los dientes. El CA tiene la naturaleza de un adsorbente (unión de sustancias), por lo que puede levantar los depósitos de cromógeno en los dientes y hacer que los dientes parezcan más blancos (imagen 8) (56). El mecanismo de acción del CA se debe a su propiedad de adsorción por ser un material apolar donde desde allí puede adsorber pigmentos más allá de su capacidad abrasiva, eliminando solo manchas extrínsecas sin tener el potencial de penetrar la dentina (4).

Imagen 7. Dentífrico a base de CA.



Fuente: (4) AB OM, JC SA. 2020; 2

Imagen 8. Aplicación de carbón activado en la superficie dental.



Antes



Durante



Después

Antes, durante y después de la aplicación del carbón activado. Fuente: (34) Mirna-Febriani , Ferry-Jaya. 2019; 12(4).

4.14.1 Efectividad del dentífrico con carbón activado

Pertiwi U, realizaron un estudio de laboratorio experimental. El objetivo de este estudio fue determinar los cambios de rugosidad superficial del esmalte dental después del cepillado con pasta dental con CA. Utilizaron 30 superficies vestibulares de primeros premolares superiores extraídos. Donde cepillaron 10 muestras (primer grupo) con agua destilada, 10 muestras (segundo grupo) con una pasta de dientes común y las otras 10 muestras (tercer grupo) con pasta dental a base de C.A. El cepillado se realizó individualmente sobre la superficie vestibular de cada muestra con un tiempo de 4 minutos y 40 segundos (equivalente a un mes) y durante 14 minutos (equivalente a 3 meses) utilizando un cepillo de dientes de nailon suave con una masa de 150 gr.

Los resultados fueron:

El dentífrico con CA fue capaz de limpiar los dientes y eliminar la suciedad en la superficie dental; después de cepillar los dientes durante el equivalente a un mes, los valores de rugosidad superficial de los tres grupos estaban por debajo del límite, sin embargo, después de cepillarse durante el equivalente a tres meses el valor de rugosidad superficial del dentífrico con CA cruzó el límite.

Se sugiere a la comunidad compensar el uso prolongado de dentífricos que contengan CA considerando el mayor riesgo de aspereza de la superficie del diente, mediante el apoyo a la remineralización del esmalte con uso de fluoruro tópico. Por lo tanto, se recomienda utilizar el dentífrico a base de CA por un mes en la superficie de los dientes manchados con alguna sustancia cromatogénicas derivada de la alta ingesta de dieta a base de alimentos y bebidas con colorantes (57).

Torraca, realizaron un estudio in vitro. Este estudio comparo el rendimiento de aclaramiento de los dentífricos con diferentes tecnologías de aclaramiento después del uso inicial y continuó. Tiñeron noventa incisivos bovinos utilizando una solución concentrada de té negro y los distribuyeron en 6 grupos. La tecnología de aclaramiento de los dentífricos fue: carbón activado (B&W), covarina azul (WAD),

peróxido de hidrógeno (LWA), micro perlas (oral B 3D White), abrasivos optimizados (XW4D) y un dentífrico tradicional sin un agente aclarador.

Cada muestra se sometió a dos ciclos de cepillado, el primer ciclo (uso inicial) consistió en 180 movimientos del cepillo, el segundo ciclo (uso continuo) con 16,200 movimientos, todas las muestras se cepillaron con un cepillo dental de cerdas suaves. Durante el cepillado, las muestras se sumergieron en una solución de dentífrico, saliva artificial y agua destilada, después de cada ciclo de cepillado las muestras se lavaron con agua y se midió el color inmediatamente.

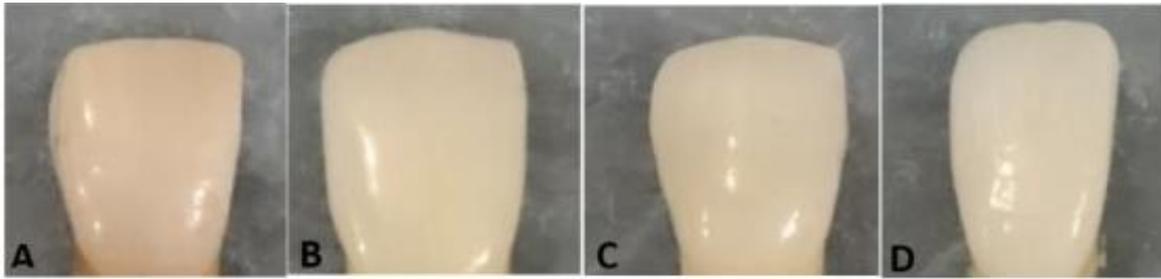
Los resultados fueron:

De uso inicial (180 movimientos del cepillo) el CA no tuvo efecto inmediato, solamente las pastas dentales de covarina azul (WAD) y micro perlas (oral B 3D White); de uso continuo (16,200 movimientos) todos los dentífricos aclaradores tuvieron un efecto significativo. Las mejores tecnologías para aclarar fueron: micro perlas (oral B 3D White), peróxido de hidrógeno (LWA), covarina azul (WAD) y CA (B&W) (31).

Febriani M, realizaron un estudio experimental. El objetivo de su investigación fue conocer los beneficios del CA como ingrediente de un aclaramiento natural de los dientes. Utilizaron un dentífrico común, CA, solución salina y 30 incisivos superiores extraídos, se dividieron en 3 grupos, 10 muestras en cada grupo. Colocaron pasta del dentífrico del tamaño de un guisante sobre el cepillo dental y aplicaron 100mg de CA sobre la pasta, se llevó el material sobre la superficie dental de la muestra y se cepillo con una mínima presión y con pequeños movimientos circulares.

El primer grupo se cepillo durante 10 minutos que representa el doble de la exposición. Equivale a 1 día de exposición según la frecuencia de cepillado de los dientes que es 2 veces al día. El segundo grupo se cepillo por 20 minutos y el tercer grupo por 30 minutos equivalente a 2 días y 3 días. Al finalizar el cepillado se enjuagaron con agua y se secaron. Una vez que la muestra está seca, se realizó la medición del color después de la exposición del CA utilizando el VITA Easyshade (no describe tonalidades) para evaluar la estabilidad del color de la muestra. Los resultados fueron:

Imagen 9. Decoloración de los dientes incisivos de la muestra.



A, antes de la exposición. B, después de 10 minutos. C, después de 20 minutos. D, después de 30 minutos de exposición con Carbón Activado. (34) Mirna-Febriani, Ferry-Jaya. 2019; 12(4).

La conclusión es: si hay un cambio significativo de color (Imagen 9) en los valores de la muestra para los incisivos superiores entre el tiempo de exposición con CA durante 10 minutos, 20 minutos y 30 minutos. El CA se utiliza para absorber los depósitos de cromógeno sobre la superficie dental, por lo tanto, en las manchas extrínsecas se debe usar el CA (34).

Olivera-Monteiro, realizaron un estudio de revisión sistémica que tenía como objetivo mostrar los efectos del dentífrico a base de CA sobre la estructura dental, verificando la eficacia del aclaramiento y el desgaste (imagen 3). Realizaron una revisión sistemática a través de la investigación, incluyendo artículos científicos a los que se tuvo acceso en la biblioteca electrónica, PubMed, ScienceDirect, se recopilaban datos publicados en los últimos 5 años y totalizo con 8 trabajos.

Los resultados de esta investigación concluyen: los estudios de este tema son bastantes superficiales, sin embargo, los dentífricos a base de CA si tienen un potencial blanqueador, ya que son capaces de remover manchas extrínsecas, en consecuencia, podría causar desgaste en la estructura dental (esmalte) y sensibilidad durante el tratamiento si se prolonga demasiado tiempo (4).

Imagen 10. Ilustración de los depósitos de carbón que decoloran los dientes.



Fuente: (4) AB OM, JC SA. 2020; 2: p. 3-10.

4.14.2 Abrasividad (RDA) del dentífrico con carbón activado

Foteini Manchla, realizaron un estudio in vitro donde tiene como objetivo investigar la abrasividad de la dentina y la adsorción de fluoruro de dos dentífricos que contienen CA. Utilizaron 30 terceros molares humanos sanos y libre de caries, 2 dentífricos de CA (aclaramiento dental NAO y COCO) y un dentífrico sin carbón para comparación (Colgate Max White), por último, un cepillo dental suave. Se retiró el esmalte de los molares dejando expuesta la dentina bucal para el cepillado, cada diente se cepillo verticalmente con 10000 golpes y un peso de 150g.

Resultados: Con base a los resultados de la RDA de la investigación actual, ambos dentífricos que contienen carbón sin fluoruro fueron clasificados como abrasivos medio (RDA 66–100) y concluye que los dentífricos probados que contienen carbón eran abrasivos dentro de los límites aceptables y no adsorben fluoruro (5).

Mezclar H, realizaron un estudio que tuvo como propósito investigar la abrasividad de la dentina y la eficacia limpiadora de los dentífricos nuevos que contienen partículas de diamante, CA, sal marina o aceites orgánicos. En este estudio se utilizaron 72 muestras de dentina bovina (para medir la abrasividad) y 60 muestras de dentina humana (para evaluar la eficacia limpiadora). Las muestras se dividieron en 6 grupos: 1 (Elmex Kariesschutz–sílice hidratada), 2 (Lavera Neutral Zahngel–sal marina), 3 (Curaprox Black–Carbón activado), 4 (Swiss Smile Diamond Glow–polvo de diamante), 5 (Ringana Fresh Tooth Oil–sílice hidratada), 6 (saliva artificial).

Se utilizó la dentina de las raíces de las muestras de bovinos y humanos, las muestras de dentina humanas se tiñeron con té negro durante 17 horas. Todas las muestras se cepillaron con un cepillo estándar y con las seis pastas dentales de cada grupo durante un total de 26 minutos a 120 golpes / min y se enjuagaron con agua, finalmente se midió el desgaste de la dentina y la eficacia limpiadora de cada dentífrico.

Los resultados fueron:

En el desgaste abrasivo de la dentina las muestras (dientes bovinos) cepilladas con Lavera Neutral Zahngel (sal marina) mostraron mayor cantidad de desgaste abrasivo de dentina, después Elmex Kariesschutz (sílice hidratada) y Curaprox Black (CA) en tercer lugar; La eficacia de limpieza (dientes humanos) más alta se observó para Elmex Kariesschutz (sílice hidratada 86,7%), Curaprox Black is White (CA 85,2%) en segundo lugar, y Swiss Smile Diamond Glow (polvo de diamante 80,4%) en tercer lugar; Dentro de los límites de este estudio, se pudo concluir que la adición de abrasivos nuevos como polvo de diamante y CA, a los abrasivos tradicionales podría mejorar la eficacia de limpieza resultante mientras se mantiene bajo el desgaste de la dentina abrasiva (tabla 5) (58).

Tabla 5. Dentífricos probados, abrasivos incorporados utilizados y valor RDA según el fabricante		
Toothpaste	Abrasivo	RDA
Elmex Kariesschutz	Sílice hidratada	65
Lavera Neutral Zahngel	Sílice y sal marina	No declarado
Curaprox Black is white	<u>Carbón activado</u>	<u>50</u>
Swiss Smile Diamond Glow	Sílice hidratada, polvo de diamante	20
Aceite de diente fresco Ringana	Sílice hidratada	30

Fuente: (58) Hamza-Mezcla, Tanner-Moritz. 2020; 18(4).

Desventajas del uso del dentífrico con carbón activado:

Los dentífricos que contienen CA están ganando popularidad, pero la información científica sobre su efecto sobre la salud bucal es escasa; no hay evidencia relativa a la supuesta eficacia aclaradora de dentífricos de CA (5); el uso de CA en exceso puede causar desgaste en el esmalte, por ser un producto abrasivo, y en consecuencia generar sensibilidad dental; el dentífrico a base de CA tiene la capacidad de acumularse en grietas y defectos en la superficie dental o también alrededor de las restauraciones no bien selladas (4); en pacientes con enfermedad periodontal (defectos en el periodonto y bolsas periodontales) puede acumularse carbón causando una coloración gris oscuro en los tejidos periodontales enfermos (3).

Indicaciones del uso del dentífrico a base de carbón activado

En manchas extrínsecas; como alternativa a un aclaramiento dental; en pacientes con alergia a los peróxidos; dientes jóvenes; usar CA no más de un mes (4,57).

Contraindicaciones del uso del dentífrico a base de carbón activado

Hipersensibilidad dental; caries grandes en dientes anteriores y posteriores; dientes con prótesis mal selladas; pacientes con enfermedad periodontal; en pacientes con ortodoncia (4,3).

5 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en dicha investigación bibliográfica, se concluye que el dentífrico a base de carbón activado si tiene la efectividad aclaradora sobre la superficie dental, debido a sus propiedades físicas y su mecanismo de acción, llevando a cabo el proceso de adsorción, dicho dentífrico es capaz de eliminar los depósitos de cromógeno de alimentos, bebidas y tabaco en el esmalte, provocando así la aparición de un cambio de color. Uno de los principales aportes ha sido que el carbón activado se clasifica como un abrasivo medio con un RDA de 60-100 y se acepta como seguro, por estar debajo del límite aceptado (RDA -250), por lo tanto, no dañaría la superficie dental.

Dicho lo anterior se recomienda el uso del dentífrico aclarador a base de carbón activado en pacientes candidatos a dicho tratamiento y donde pueda ser administrado bajo la supervisión del Cirujano Dentista, esto con el fin de monitorear la evolución y registro de cambio de color durante su uso directo en la superficie dental, el dentífrico será capaz de actuar directamente en las manchas extrínsecas, principalmente en las pigmentaciones causadas por cromógenos de alimentos (frutas y comida chatarra), bebidas (carbonatadas, te, café, vino tinto) y tabaco.

Para su uso se recomienda utilizar un cepillo dental con cerdas suaves, se deberá realizar el cepillado de manera habitual de 3 veces al día sustituyendo el dentífrico de uso común, el cepillado deberá realizarse de 2 a 3 minutos con una presión suave para evitar una abrasión menor, se deja reposar el componente de carbón activado sobre las superficies dentales de 3 a 5 minutos para la acción de adsorción y por último enjuagar con abundante agua y escupir para desechar el carbón activado de los dientes y de la cavidad oral, se puede utilizar hilo dental para eliminar excesos de CA que puedan quedar retenidos en la encía. Dicho procedimiento deberá repetirse de manera constante hasta cumplir 30 días y una vez culminado deberá suspenderse el tratamiento y se deberá dejar un reposo de 6 meses hasta su próxima aplicación. Para evitar cualquier tipo de alteración en la superficie dental.

Cabe mencionar que es un tratamiento aclarador de pigmentos extrínsecos y por tal motivo el paciente no deberá someterse o ingerir alimentos ricos en colorantes o tabaco durante y después del tratamiento, de lo contrario el riesgo a tener una recidiva es muy grande.

Es un tratamiento que puede traer múltiples beneficios en pacientes que les interesa un cambio en su salud dental y que por cualquier situación deciden no realizar algún tratamiento aún más invasivo como son los aclaramientos dentales en consultorio a base de peróxidos. Recordando que con una adecuada asesoría odontológica este tratamiento puede ser administrado y su alcance o logro del tratamiento depende de la constancia y disciplina.

6 Referencias bibliográficas

1. S N, V B. Mi aclaramiento dental de mostrador. Revista dental brasileña. 2020; 31: p. 221-235.
2. A M, I F. Aclaramiento dental: una revisión de la eficacia. Revista del colegio de médicos y cirujanos de pakistán. 2015; 25(12).
3. CN SS, FL BA. Pastas dentales que contienen agentes aclaradores químicos y abrasivos. Aclaramiento de dientes. 2015.
4. AB OM, JC SA. Influencia de las cremas dentales aclaradores dentales y el polvo a base de carbon activado. JNT-Facit Business and Technology. 2020; 2: p. 3-10.
5. Foteini-Machla , Aida-Mulic. In vitro abrasividad y propiedades químicas de dentífricos que contienen carbon. Investigaciones de biomateriales en odontología. 2020; 7(1): p. 167-174.
6. M CA, MA G. Análisis del espesor de los tejidos duros en la dentición permanente humana. Odontología Sanmarquina. 2020; 23(4): p. 401-407.
7. ME GdF, A CM. Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental. 3rd ed.: panamericana ; 2010.
8. Luca-Fiorillo , Luigi-Laino. Geles aclaradores dentales: fortalezas y debilidades de un método cada vez más utilizado. Geles. 2019; 5(35).
9. Matthias-Epple , Frederic-Meyer. Una revisión crítica de los conceptos modernos para el aclaramiento dental. Diario de odontología. 2019; 7(79).
10. V MD, KV K. Evaluación comparativa de tres tipos diferentes de cepillo de dientes. IOSR de ciencias médicas y dentales. 2016; 15: p. 122-127.
11. Cuniberti , Nelida. Lesiones cervicales no cariosas. RAAO. 2017; 57(2).
12. C MM. El comportamiento de la dentina se puede predecir. Universidad EAFIT-Periodismo científico. 2019.
13. N LL, L GV. Recromias en dientes vitales con cambio de coloración. Revista electrónica Dr. Zoilo E.. 2016; 41(11).
14. M ME. ¿Qué material y técnica seleccionamos a la hora de realizar un aclaramiento dental y por qué? Avances en odontoestomatología. 2017; 33(3): p. 103-112.

15. Bakul-Joshi S. Una descripción general del blanqueamiento dental vital. Revista de Odontología Interdisciplinaria. 2016; 6(3-13).
16. M AB. Nuevas tendencias en odontología estética : Artes médicas ; 2008.
17. E SC. Aclaramiento dental: revisión de la literatura y presentación de un caso clínico. Revista ADM. 2018; 75(1): p. 9-25.
18. ED AN, KV FR. Resolviendo mitos sobre indicaciones al paciente durante el aclaramiento dental. Estomatol Herediana. 2015; 25(3): p. 232-7.
19. AM CG, E FG. Técnica modificada de blanqueamiento de dientes vitales empleando peróxido de hidrógeno al 35%. Revista Habanera de ciencias médicas. 2019; 18(3): p. 428-436.
20. GS BC, LD SM. Eficacia del blanqueamiento dental con dentífricos blanqueadores. Revista internacional de odontología. 2018 .
21. Alejandrina-Munteam , Sorina-Sava. Composición de pasta de dientes efectos sobre las características morfológicas y cromáticas del esmalte. Materiales. 2019; 12.
22. T.Mangilal , M.Ravikumar. Preparación y evaluación de pasta de dientes a base de hierbas. Revista internacional de medicina ayurvédica y herbaria. 2016; 6(3): p. 2266-2273.
23. S VM, Lahari-Buggapati. Dentífricos: una visión general del pasado al presente. Revista internacional de ciencias dentales aplicadas. 2017; 3(4): p. 352-355.
24. H MM, R BS. Características de abrasión, pulido y eliminación de manchas. La revista de odontología clínica. 2011; 22(1): p. 11-18.
25. Hamza-Mezcla , Attin-Thomas. Valores RDA Y REA de las pastas dentales disponibles comercialmente. University of Zurich. 2020; 18(4).
26. G C. Abrasividad relativa de la dentina (RDA). Dentistas por chile. 2020.
27. E M. la química y su influencia en el comportamiento de las partículas de los núcleos : química ; 2013.
28. ST SJ, J DW. Historia del desarrollo de límites de abrasividad para dentífricos. La revista de odontología clínica. 2015; 26(2).
29. Al-Shalan. Efecto de las pastas dentales blanqueadoras sobre la estabilidad del color de diferentes materiales de restauración. Revista internacional de ciencias médicas e invenciones clínicas. 2017; 4(3): p. 2454-9576.

30. JE OC, V MC. Carbón activado en pastas dentales: moda o una opción en la limpieza bucal. *Salud y administración*. 2020; 7(19): p. 59-63.
31. V TP, D PJ. Pasta de dientes blanqueadora que contiene carbón activado, covarina azul, peróxido de hidrógeno y microperlas. *JAOS Journal of Applied Oral Science*. 2019 .
32. AJ F, N L. Obtención y caracterización de carbón activado a partir de residuos alivícolas y oleícolas por activación física. *Avances en ciencias e ingeniería*. 2017; 8(3): p. 59-71.
33. K MM, S R. Síntesis de carbón activado de madera de loto y estudio de sus propiedades físicas. *Journal of Physics*. 2019.
34. Mirna-Febriani , Ferry-Jaya. Aplicación de carbón activado como ingrediente de un blanqueamiento natural de los dientes. *Revista de investigación médica y dental*. 2019; 12(4).
35. Hemen-Sarma , Wen-Yeelee. Carbón activado lignocelulósico mejorado con bacterias para la biofiltración de bisfenoles en agua. *Investigación en ciencias ambientales y contaminantes*. 2018; 25: p. 17227-17239.
36. Sadashiv-Bubanale. Historia, método de producción, estructura y aplicaciones del carbón activado. *Revista internacional de investigación y tecnología de ingeniería*. 2017; 6(6).
37. D NJ. Carbón activado para sobredosis aguda: una reevaluación. *Revista británica de farmacología clínica*. 2015;; p. 482-487.
38. M AY, Z AQ. Materiales de biorresiduos agrícolas como posibles precursores sostenibles para la producción de carbón activado. *Revisiones de energías renovables y sostenibles*. 2015;; p. 218-235.
39. S MS, F CC. Carbones activados a partir de desechos de cáscaras de almendra, palma, aserrín y restos. *Ciencia y tecnología del agua*. 2015.
40. Sonil-Nanda , K A. Biocarbón como una fuente biológica excepcional para energía, agronomía, y carbón activado. *Valor de biomasa residual*. 2016; 7: p. 201-235.
41. D L, A G. Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. *UNAM Azcapotzalco*. 2007;; p. 39-48.
42. LS MB. Evaluación de la capacidad de adsorción del carbón activado mediante cáscara de naranja. *Universidad Peruana*. 2019.

43. E K, C AB. Preparación, evaluación estructural y propiedades adsorptivas del carbón activado. *Tecnología avanzada en polvo*. 2015; 26: p. 811-818.
44. MG VC, C VC. Adsorbentes no-convencionales, alternativas sustentables para el tratamiento de aguas residuales. *Revista ingenierías universidad de Medellín*. 2016; 16(31): p. 55-73.
45. JM GG. Limpieza bucodental mediante técnicas de adsorción con material desechable. *Avances en odontoestomatología*. 2014; 30(6).
46. NK EM, T H. Eliminación de triclosán por adsorción mediante carbón activado derivado de biomasa residual. *Journal of the chinese chemical society*. 2018;; p. 1-9.
47. M VT, A B. Comparación de la contaminación bacteriana y la eficacia antibacteriana en las cerdas de los cepillos de dientes con carbón frente a los cepillos de dientes sin carbón. *Contemporary clinical dentistry*. 2018; 9(3): p. 463-467.
48. J KB, N B. A base de carbón enjuagues bucales: una revisión de la literatura. *Asociación dental británica*. 2020.
49. ME CM, JM PI. Eliminación segura de empastes de amalgama en la clínica dental: uso de filtros nasales con carbón activado. *Revista internacional de ciencia e investigación*. 2015; 4(3).
50. S NX, M AT. Dosis de carbón activado en la intoxicación medicamentosa aguda. *Emergencias*. 2020; 32: p. 210-216.
51. T Z, D P. Uso de carbón activado para tratar las intoxicaciones. *Deutsches Arzteblatt international*. 2019;; p. 331-317.
52. J LA. Modelación de sistemas de eliminación de olores ofensivos generado por H₂S en aguas residuales mediante adsorción con carbón activado. *Investigación e innovación en ingenierías*. 2019; 7(1): p. 47-59.
53. M DIH, A L. Carbón activado para la purificación de gases: alternativa para mejorar la calidad del aire en las ciudades. *Revista de la facultad de ingeniería*. 2019; 22(3): p. 48-60.
54. Hyoki-Min , Tanveer-Ahmad. Características de la adsorción de mercurio que dependen de las propiedades físicas del carbón activado. *Energy&fuels*. 2017;; p. 724-729.
55. México Sdsd. DOF: 22/12/2014 Acuerdo del listado de insumos para la salud considerados como de bajo riesgo. 2014.

56. LC GL. Carbón activado en productos de higiene dental en la actualidad. Rev. científica odontológica. 2020; 2(1): p. 35-39.
57. UI P, Y E. Cambios superficiales del esmalte después del cepillado con pasta de dientes con carbón. Revista de física. 2017.
58. Hamza-Mezcla , Tanner-Moritz. Abrasividad de la dentina y eficacia de limpieza de las pastas dentales nuevas o alternativas. University of Zurich. 2020; 18(4).