

# Análisis morfológico y químico mediante microscopía electrónica del esmalte de dientes sometidos a blanqueamiento.

*Morphological and chemical analysis using electron microscopy of tooth enamel subjected to bleaching.*

Claudia Elisa Meneses Espinosa,\* Eduardo Llamosas Hernández,\*\* Rafael Emiliano Quintanar Zúñiga\*\*\*

## RESUMEN

Dado que el uso de los agentes blanqueadores se ha popularizado tanto en el consultorio dental como en el modo ambulatorio, es muy importante tener claro cuáles son los posibles efectos de estas sustancias sobre el esmalte de los dientes; por tanto, el objetivo del presente estudio fue describir los cambios morfológicos y químicos de la superficie del esmalte provocados por los agentes blanqueadores, en este caso, con el sistema *Opalescence Boost* (peróxido de hidrógeno al 38%) de la casa comercial Ultrudent. Las muestras fueron observadas en el microscopio electrónico de barrido obteniendo como resultado que en la superficie adamantina donde no se aplicó el químico blanqueador se aprecia uniforme, distinguiéndose los prismas del esmalte. Cuando la superficie adamantina fue sometida al procedimiento de blanqueamiento, se apreció un cambio significativo donde destaca la evidente presencia de los prismas del esmalte debido a la pérdida de la sustancia interprismática; otros dientes presentan cráteres y depresiones que evidencian desmineralizaciones más profundas del esmalte. Por otra parte, se obtuvo el porcentaje del contenido en los elementos inorgánicos más importantes del esmalte, antes y después de ser sometidos al procedimiento de blanqueamiento; se encontró una diferencia significativa en la presencia de fósforo, calcio, oxígeno y carbono. Se concluye que los materiales para el blanqueamiento dental que se utilizan en el consultorio, pueden afectar el esmalte de los dientes, por lo que se recomienda utilizarlos con precaución.

**Palabras clave:** Blanqueamiento dental, peróxido de hidrógeno, daño en esmalte, microscopio electrónico.

## ABSTRACT

*Given the ever increasing use of bleaching agents in dental clinics and by consumers in their homes, it is very important to understand the possible effects of these substances on tooth enamel; therefore, the aim of this study is to describe the morphological and chemical changes in surface enamel induced by bleaching agents, in this case those caused through using the Opalescence Boost system (hydrogen peroxide 38%) produced by the company Ultrudent. Samples were observed using a scanning electron microscope, which revealed the enamel surface to which the chemical was not applied to be uniform, with enamel prisms being clearly differentiated. Where the enamel surface was subjected to the bleaching process, a significant change was visible, with the enamel prisms being clearly evident due to the loss of interprismatic substance; other teeth have craters and depressions that are a sign of deeper enamel demineralization. Furthermore, the percentage of content in the most important inorganic elements of the enamel was obtained, before and after the teeth were subjected to the bleaching procedure; a significant difference was found in the presence of phosphorus, calcium, oxygen, and carbon. Our conclusion is that the whitening materials used in dental clinics may affect tooth enamel and should therefore be used with caution.*

**Key words:** Dental bleaching, hydrogen peroxide, enamel damage, electron microscope.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos siglos, el ser humano ha estado interesado en la concepción de la belleza, donde los dientes han tenido un papel destacado; así se sabe que los egipcios disponían de cosméticos blanqueadores

antes del año 2000 a.C., y en el Japón medieval se aplicaban un tinte negro sobre los mismos. En algunos grupos prehispánicos se colocaba chapopote sobre los dientes, y los mayas, como demostración de buena posición social, se realizaban incrustaciones de jade en estos órganos y limaban sus bordes en distintas formas.<sup>1</sup>

En la actualidad es socialmente reconocido que los dientes blancos son atractivos, por lo que se han desarrollado varios sistemas que procuran el blanqueamiento de los dientes.

Todos los sistemas profesionales para lograr tal fin, utilizan como principio activo a los peróxidos que son especia-

\* Egresada de la FES Iztacala, UNAM.

\*\* Profesor de la FES Iztacala, UNAM.

\*\*\* Técnico Académico de la FES Iztacala, UNAM.

Recibido: Octubre 2012. Aceptado para publicación: Febrero 2013.

les para uso dental. Entre los más comunes se encuentran el peróxido de hidrógeno, que se utiliza para blanqueamientos en el consultorio y el peróxido de carbamida, que es recomendado para tratamientos ambulatorios.

Estos peróxidos se presentan en consistencia de gel y pueden ser activados mediante distintas modalidades, como luz, calor, activadores químicos o combinaciones entre éstos, donde se lleva a cabo una reacción oxidativa con la consecuente liberación de oxígeno y desprendimiento de moléculas de  $H_2O_2$  que son capaces de filtrarse a través de la dentina por los túbulos dentinarios (existen aproximadamente 15,000 túbulos dentinarios/mm<sup>2</sup>). Así, la dentina, que da color a los dientes, sufre un proceso de oxidación que se traduce en el blanqueamiento de los dientes.<sup>2</sup>

Los tejidos dentales duros están altamente mineralizados y su contenido orgánico juega un papel importante en el proceso del blanqueamiento. Se especula que la reacción entre el peróxido y los materiales orgánicos en la superficie del esmalte puede dar como resultado alteraciones morfológicas. Hegedüs menciona que el uso de agentes blanqueadores caseros es capaz de causar alteraciones en el esmalte. El peróxido contenido en los blanqueamientos dentales afecta la fase orgánica del esmalte y no sólo la superficie, sino también la estructura interna del mismo.<sup>3</sup>

Desde que el blanqueamiento ha sido muy utilizado por los dentistas, se ha desarrollado un gran interés en investigar el efecto de estos agentes sobre los tejidos duros. A pesar de las ventajas ofrecidas por el blanqueamiento, hay controversia acerca del efecto que causan estos agentes en los tejidos duros del diente. Algunos estudios han demostrado que no hay efectos significativos en el esmalte dental.<sup>4</sup>

Ernst examinó el efecto de cuatro agentes blanqueadores hechos a base de peróxido de hidrógeno, comparándolo con el grabado con ácido fosfórico al 37%. Él encontró sólo lesiones superficiales sobre el esmalte por el uso de estos agentes, por lo que no contraindica su uso.<sup>5</sup>

Por otro lado, Covington en 1990 describió severas alteraciones morfológicas de tipo erosivo en dientes sometidos al peróxido de carbamida.<sup>6</sup>

En una evaluación en microscopio electrónico, Shannon mostró alteraciones significativas en la topografía del esmalte en dientes que fueron tratados con agentes blanqueadores durante cuatro semanas. Los resultados más severos fueron en dientes expuestos a las soluciones con peróxido de carbamida con el pH más bajo.<sup>7</sup>

Lopes GC en un estudio sobre la dureza y morfología del esmalte, comparó el peróxido de hidrógeno al 3% y el peróxido de carbamida al 10%, concluyendo por el uso del primero de éstos, que hay una reducción significativa en la

microdureza del esmalte, mientras que el uso del peróxido de carbamida no tuvo efectos significativos en este indicador.<sup>8</sup>

Dado que el uso de estos agentes blanqueadores se ha popularizado tanto en el consultorio dental como en el modo ambulatorio, es muy importante tener claro cuáles son los posibles efectos de estas sustancias sobre el esmalte de los dientes, por lo que el objetivo de esta investigación fue describir los cambios morfológicos de la superficie del esmalte provocados por los agentes blanqueadores, en este caso con el sistema *Opalescence Boost* de la casa comercial Ultradent.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El sistema que se utilizó en esta investigación fue el *Opalescence Boost* de la casa comercial Ultradent, el cual es un gel que contiene peróxido de hidrógeno al 38% y que se comercializa en una presentación de dos jeringas, una con el activador y otra con el agente blanqueador, lo cual permite su aplicación directa sobre el diente.

Para la investigación se utilizaron 10 premolares extraídos por razones ortodónticas, sin presencia de caries ni restauraciones o algún tratamiento odontológico. El tejido periodontal fue removido con curetas y los dientes fueron colocados en hipoclorito al 1%.

Todos los dientes fueron sometidos a un corte horizontal para eliminar la raíz, dejando 1/3 de la misma, manteniendo únicamente la corona en exposición. A cada diente se le realizó profilaxis, tanto a la cara vestibular como a la lingual o palatina, con una copa de hule y pasta profiláctica para estandarizar las condiciones de la muestra antes de aplicar el agente blanqueador.

Éstos se enumeraron y se colocaron sobre *stubs* de aluminio, con la cara vestibular expuesta. Después fueron bañados con una capa de oro paladio durante 1 minuto (Desk IV, Denton Vacuum) para poder observar la imagen al microscopio.

La superficie del esmalte fue examinada a 30x, 500x, 2000x y 5000x aumentos con un microscopio electrónico de barrido (JEOL, JSM-6380LV), usando 15kV, del laboratorio de fisiología vegetal de la UBIPO en la FES. Se observó únicamente la cara vestibular, escogiendo áreas de relevancia para obtener las imágenes iniciales de contraste.

Para medir el efecto del agente blanqueador, se utilizó la cara palatina de los dientes muestra, para lo cual, se colocó el gel de peróxido de hidrógeno al 38%, *Opalescence Boost* de la casa comercial Ultradent, aplicándolo de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Después del tiempo transcurrido para que surtiera efecto el blanqueador, se eliminó con un algodón y se enjuagaron los dientes con agua. Se dejaron secar y después fueron bañados

nuevamente con una capa de oro paladio, ahora por la cara lingual o palatina para realizar el procedimiento anteriormente descrito, obteniendo imágenes a 30x, 500x, 2000x y 5000x aumentos con el mismo microscopio.

Además se realizó un microanálisis mediante el acoplamiento del equipo INCAx-sight (Oxford Instruments) al microscopio mencionado, el cual funciona con energía dispersa de rayos x para determinar las posibles modificaciones en el contenido de la sustancia inorgánica de los dientes estudiados.

## RESULTADOS

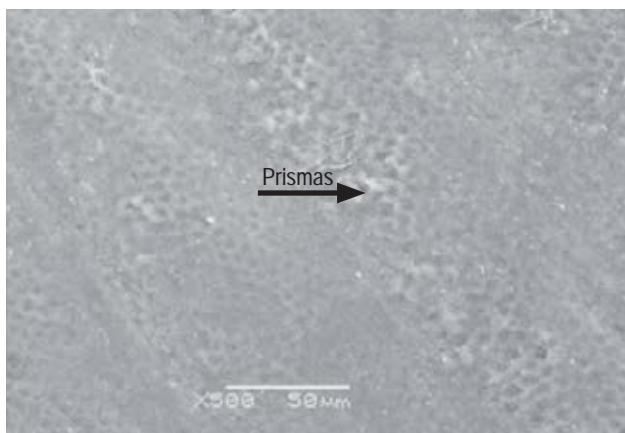
Los resultados de esta investigación los dividimos en dos partes. La primera se refiere a la descripción de los

hallazgos en la superficie del esmalte observados al microscopio electrónico, y la segunda parte es la relativa al análisis estadístico del contenido mineral de este tejido.

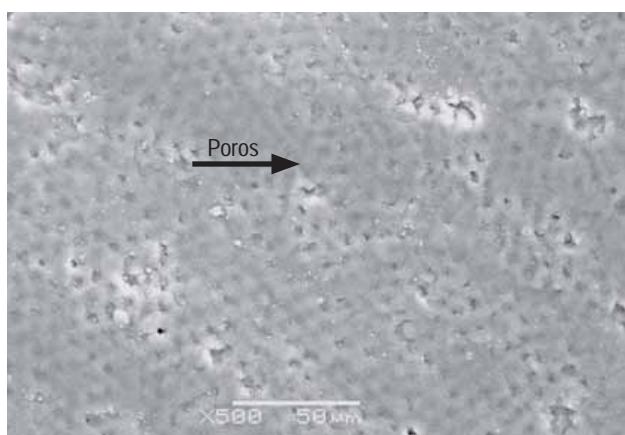
### Descripción de la superficie del esmalte

La superficie adamantina de los dientes estudiados, donde no se aplicó el procedimiento de blanqueamiento se aprecia uniforme, distinguiéndose los prismas del esmalte (*Figuras 1 y 2*), con pequeñas irregularidades (*Figura 3*).

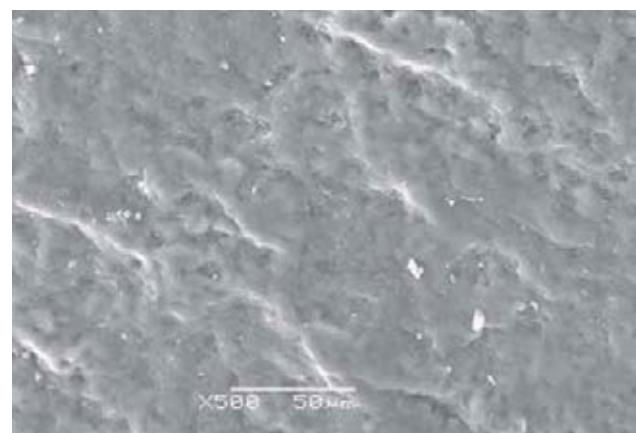
Donde la superficie adamantina fue sometida al procedimiento del blanqueamiento se aprecia un cambio significativo,



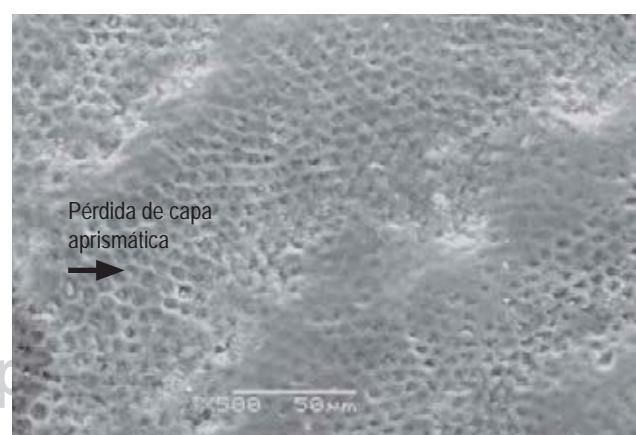
**Figura 1.** La superficie donde no se aplicó agente blanqueador se aprecia uniforme distinguiéndose los prismas del esmalte.



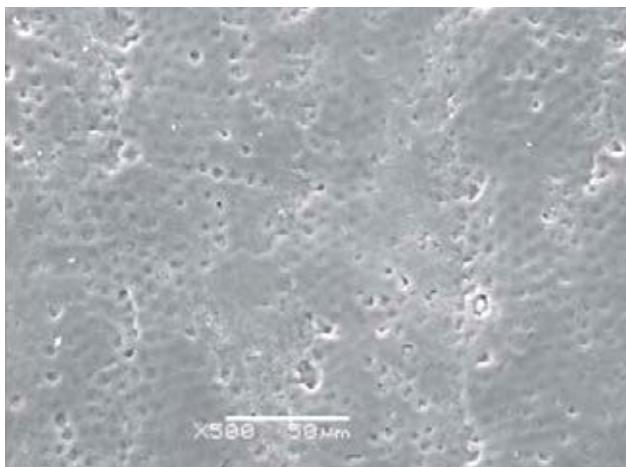
**Figura 2.** Superficie donde no se aplicó agente blanqueador. Se observa una capa uniforme, distinguiéndose los prismas y pequeños poros.



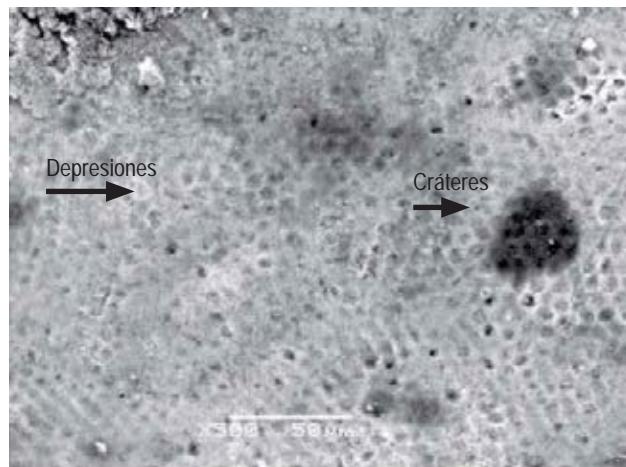
**Figura 3.** Superficie donde no se aplicó agente blanqueador y donde se aprecian algunas irregularidades.



**Figura 4.** Superficie donde se aplicó agente blanqueador. Se observa el cambio significativo posterior al uso de blanqueamiento, donde destaca la evidente presencia de los prismas del esmalte por la pérdida de la sustancia interprismática.



**Figura 5.** Superficie donde se aplicó agente blanqueador. Se aprecia un incremento en la profundidad de los surcos y la formación de cráteres sobre el esmalte.



**Figura 6.** Superficie donde se aplicó el agente blanqueador. Se aprecia la formación de cráteres y depresiones que evidencian desmineralizaciones más profundas del esmalte.

**Cuadro I.** Media de porcentajes de la concentración en los diferentes elementos estudiados mediante el microanálisis (INCAx-sight) con el microscopio electrónico.

Elementos	%		Diferencia significativa
	Antes de la aplicación	Después de la aplicación	
Calcio	22.80	27.90	Si (0.05)
Fósforo	11.60	13.30	Si (0.05)
Carbono	11.25	8.23	Si (0.05)
Oxígeno	54.10	50.40	Si (0.05)

destacando la evidente presencia de los prismas del esmalte por la pérdida de la sustancia interprismática (*Figura 4*), otros dientes presentan cráteres y depresiones que evidencian desmineralizaciones más profundas del esmalte (*Figuras 5 y 6*).

Por otra parte, se obtuvo el porcentaje del contenido en los elementos inorgánicos más importantes del esmalte, los cuales son el calcio, fósforo, carbono y oxígeno, antes y después de ser sometidos al procedimiento de blanqueamiento, aplicando la prueba estadística t de Student. Estos resultados se pueden apreciar en el *cuadro I*.

## DISCUSIÓN

La observación de la superficie del esmalte con el microscopio electrónico en sus diferentes amplificaciones, nos muestra una modificación de ésta por efecto del

uso del peróxido de hidrógeno, pues se aprecia que son más claros los prismas del esmalte, además de que se multiplican las zonas porosas, erosiones e irregularidades. Esto coincide con lo reportado por diversos autores, por ejemplo Baptista y colaboradores,<sup>9</sup> quienes en un estudio similar utilizando tres diferentes agentes blanqueadores, concluyen que su uso produce cambios significativos en la morfología del esmalte. También Hegedüs<sup>3</sup> detectó un incremento en la profundidad de los surcos del esmalte por el uso del peróxido de hidrógeno al 30%.

En las superficies sometidas a blanqueamiento se evidencia la capa de prismas del esmalte, que no se aprecia antes del blanqueamiento, coincidiendo también con lo descrito por Bitter, que en un estudio similar concluyó que tras 14 días de tratamiento se produce una alteración en el esmalte con exposición de los prismas.<sup>10</sup>

Por otro lado, el estudio del contenido inorgánico de la superficie del esmalte está basado en el bombardeo de electrones a un alto voltaje, emitiendo una longitud de onda característica para cada mineral. Los cambios en la longitud de onda de los rayos emitidos del diente indican cambios en un mineral en específico y por tanto, en su concentración. Mediante esta técnica determinamos que las superficies examinadas antes y después del blanqueamiento tuvieron cambios en los niveles de carbono, fósforo, calcio y oxígeno.

Especificamente los niveles de calcio y fósforo aumentaron significativamente, mientras que los de carbono y oxígeno disminuyeron también significativamente. Este hecho viene reflejado en toda la bibliografía; sin embargo, mientras algunos autores describen significativas pérdidas de volumen, otros sólo refieren mínimos cambios no significativos clínicamente o incluso la ausencia de los mismos.

La reducción de carbono y oxígeno es debida, probablemente, a que se pierden átomos de estos elementos en el proceso de blanqueamiento; sin embargo, sorprende el aumento de los niveles de calcio y fósforo. Una posible explicación es que éstos son los elementos más cuantiosos del esmalte y al eliminarse ciertos componentes superficiales se deteriora este tejido y se exponen más los átomos de estos dos elementos, por lo que se detectan en mayor cantidad. Como describe Perdigão y colaboradores,<sup>11</sup> al realizarse un tratamiento de blanqueamiento se producen una serie de cambios iónicos en la superficie del esmalte, variando las concentraciones de calcio y fósforo. Rotstein en un estudio similar al nuestro, también reporta un aumento en estos dos elementos, explicando que el calcio y fósforo se encuentran presentes en los cristales de hidroxiapatita, que es el principal componente del esmalte y que los cambios en estos dos minerales indicarían alteraciones en su estructura inorgánica.<sup>12</sup> Hegedüs explica que estas variaciones son el resultado del bajo peso molecular del peróxido de hidrógeno y que de esta manera puede penetrar en el esmalte y disolver algunos de sus componentes.<sup>3</sup> Una posible implicación clínica sería que al exponerse el calcio y fósforo, puede llevar a una mayor facilidad en la descalcificación de la superficie adamantina.

## CONCLUSIÓN

Con esta investigación se ha podido constatar que los agentes blanqueadores, en este caso el peróxido de hidrógeno al 38%, afectan la morfología del esmalte produciendo porosidades, depresiones, cráteres, incre-

mentando la profundidad de los surcos y removiendo parcialmente la capa prismática formadora del esmalte. Estas alteraciones aparecen en diferentes formas y en diferente grado de afección.

Los materiales para el blanqueamiento dental que se utilizan en el consultorio y los materiales ambulatorios, pueden afectar los tejidos del diente, en especial el esmalte, por lo que deben ser utilizados con precaución evitando las aplicaciones frecuentes; se debe informar a los pacientes de esta eventualidad.

Por último, se deben hacer más estudios acerca de este tema, por ejemplo, establecer la temporalidad de los daños observados en el presente estudio, es decir, si los mecanismos de equilibrio de la cavidad bucal son capaces de revertir los efectos del blanqueamiento o si éstos son irreversibles.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Romero J. Los patrones de la mutilación dental prehispánica. México: INHA; 1952.
2. Carreño Hernández M. Historia del blanqueamiento dental. [Internet] [consultada 10 de abril 2012]. Disponible en: [www.blanqueamientodental.com](http://www.blanqueamientodental.com)
3. Hegedüs C. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999; 27 (7): 509-515.
4. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int.* 1990; 21 (10): 801-804.
5. Ernst CP. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27 (1): 53-56.
6. Covington JS. Carbamide peroxide tooth bleaching: effects on enamel composition and topography. *J Dent Res.* 1990; 69: 175.
7. Shannon H. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993; 24 (1): 39-44.
8. Lopes GC. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent.* 2002; 14 (1): 24-30.
9. Baptista MC, Pagani C, Benetti AR, Matuda F. Evaluation of the bleached human enamel by scanning electron microscopy. *J Appl Oral Sci.* 2005; 13 (2): 204-211.
10. Bitter NC. A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface *in vivo*. *Gen Dent.* 1998; 46 (1): 84-88.
11. Perdigão J. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent.* 1998; 11 (6): 291-301.
12. Rotstein I. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endodontics.* 1996; 22 (1): 23-25.

Correspondencia:

**C.D. Claudia Elisa Meneses Espinosa**

Basiliso Romo Anguiano 124 Primer Piso,  
Colonia Industrial, 07800, Gustavo A. Madero, México, D.F.  
E-mail: clau\_meneses@hotmail.com