

# **1. INTRODUCCIÓN**

En las relaciones interpersonales, las primeras características que se observan son los ojos y la boca de otras personas, por lo tanto, el tercio inferior de la cara es un aspecto fundamental a tener en consideración.<sup>1</sup> Bajo estas circunstancias, se ha producido un evidente aumento de la demanda de tratamientos odontológicos estéticos,<sup>2</sup> entre ellos del blanqueamiento dental,<sup>3,4,5,6,7</sup> que se correlaciona con el aumento de la importancia atribuida por los pacientes a una sonrisa estética (perfil de sonrisa blanca y perfecta) como parte integrante de una elevada autoestima.<sup>8,9,10,11</sup>

## **1.1 Historia:**

A lo largo de la historia de la Odontología se han realizado numerosos esfuerzos para lograr un método de blanqueamiento dental eficaz y seguro. El blanqueamiento no vital se inició en 1848 con el uso del cloruro de calcio<sup>12</sup> y en 1864, Truman presentó una técnica más eficaz para el blanqueamiento de dientes no vitales, se trataba de una solución de hipoclorito de calcio y ácido acético<sup>13</sup>. Su derivado comercial se conoció más tarde como solución de Labarraque<sup>14,15</sup>.

A finales del siglo XIX, se descubrieron otros agentes blanqueantes que resultaron exitosos en el tratamiento de los dientes no vitales,<sup>16</sup> incluyendo el cianuro de potasio<sup>17</sup>, el ácido oxálico<sup>18</sup>, ácido sulfúrico<sup>13</sup>, cloruro de aluminio<sup>19</sup>, hipofosfato de sodio<sup>19</sup>, Pirozono<sup>20</sup>, dióxido de hidrógeno (peróxido de hidrógeno o perhidrol), y peróxido de sodio<sup>21</sup>. Todas estas sustancias fueron consideradas oxidantes directos o indirectos que actuaban

sobre la porción orgánica del diente, a excepción del ácido sulfúrico, que era un agente reductor<sup>13</sup>.

Posteriormente, se supo que los agentes oxidantes directos más eficaces eran el Pirozono y el dióxido de sodio, mientras que el oxidante indirecto de elección era un derivado del cloro<sup>22</sup>. El Pirozono siguió utilizándose con eficacia en dientes no vitales hasta finales de 1950 y principios de 1960<sup>23</sup>, así como el perborato de sodio<sup>24</sup>.

A finales de 1970, Nutting comenzó a utilizar Superoxol en lugar de Pirozono, por motivos de seguridad, y más tarde lo combinó con perborato de sodio para alcanzar un efecto sinérgico<sup>25</sup>. Además se empezó a recomendar el uso de Amosan (Knox Mfg. Co., Tulsa, OK, EE.UU.), un monohidrato de peróxido de sodio, porque liberaba más oxígeno que el perborato de sodio.

En 1868, comenzaron a blanquearse los dientes vitales con ácido oxálico<sup>26</sup> o Pirozono<sup>20</sup> y después con peróxido de hidrógeno<sup>27</sup>. En 1911, el uso de peróxido de hidrógeno concentrado con una fuente de luz fue considerado un método aceptable para el blanqueamiento de dientes vitales<sup>27</sup>.

No fue hasta finales de 1960, cuando surgió el blanqueamiento domiciliario, gracias a la técnica desarrollada por el Dr. Bill Klusmier, un ortodoncista que recomendaba a sus pacientes el uso de un antiséptico, Gly-Óxido (Marion Merrell Dow, Kansas City, MO, EE.UU.), que contenía 10% de peróxido de carbamida, mediante cubetas individualizadas de uso nocturno. El Dr. Klusmier comprobó que este tratamiento no sólo mejoraba la salud gingival, sino que además también blanqueaba los dientes<sup>28</sup>.

Posteriormente, se comercializó Proxigel (una mezcla de 10% de peróxido de carbamida, agua, glicerina, y carbopol) y poco a poco fue reemplazando

al Gly-óxido utilizado por los pacientes de ortodoncia, debido a su lenta liberación de peróxido de carbamida.

Más tarde, la Universidad de Carolina del Norte aprobó la eficacia clínica de Proxigel, y a partir de este momento, Haywood y Heymann<sup>29</sup> describen una técnica de blanqueamiento domiciliario en su artículo, " Nightguard vital bleaching" y un nuevo producto para esta técnica de blanqueamiento " White and Brite® " (Omni International, Albertson, NY, EE.UU.). Más adelante, se fueron introduciendo otros productos de blanqueamiento y nuevas técnicas para su realización<sup>30</sup>.

En la década de 1990 en Estados Unidos, surge la técnica (OTC) " over-the-counter" con productos que contenían una concentración menor de peróxido de hidrógeno o peróxido de carbamida y se empiezan a vender directamente a los consumidores para su uso doméstico<sup>31</sup>.

Por último, la técnica de blanqueamiento actual en consulta utiliza diferentes concentraciones de peróxido de hidrógeno, entre 15% y 40%, con o sin luz<sup>32,33</sup>

## **1.2 Tipos de tinciones:**

La alteración del color dental es uno de los problemas más frecuentes por los que los pacientes solicitan un tratamiento de blanqueamiento.<sup>34</sup> Puede aparecer en uno o varios dientes y a distintas edades. Su tratamiento dependerá del tipo de discoloración de que se trate.<sup>35,36</sup> En caso de ser una tinción extrínseca, desaparecerá tras realizar una correcta profilaxis;<sup>37</sup> por el contrario si es intrínseca, ésta se incorpora a la matriz del diente y sólo podrá eliminarse mediante la técnica de blanqueamiento.<sup>34,38,39</sup>

### **1.2.1 Tinciones extrínsecas:**

Las tinciones extrínsecas se producen por el depósito de sustancias cromógenas en la superficie externa del diente. Pueden ser:

#### **a) De origen microbiano:**

*-Mancha verde*

*-Mancha anaranjada*

*-Ribete negro*

#### **b) De origen profesional:**

Fundamentalmente industrias que trabajan con metales

#### **c) Por tratamientos odontológicos: Clorhexidina**

Estas tinciones se localizan principalmente en la película del diente y se generan por la reacción entre los azúcares y aminoácidos o bien debido a la retención de sustancias cromógenas externas en la película del diente <sup>40</sup>.

En la primera etapa de tinción, los cromógenos interactúan con la película a través de puentes de hidrógeno. Con el tiempo, estas manchas se oscurecen y se vuelven más persistentes<sup>41</sup>

#### **d) Producidas por tabaco**

#### **c) Producidas por colorantes alimenticios**

### **1.2.2 Tinciones intrínsecas:**

Las tinciones intrínsecas se producen por la incorporación de sustancias cromógenas en la estructura del diente. Pueden ser:

#### **a) Por patología dental adquirida:**

*Hipoplasia de esmalte*

#### **b) Por tratamientos farmacológicos:**

Tetraciclinas

#### **c) Fluorosis dental:**

Aparece un esmalte con microporos, debido a la acción enzimática del flúor que altera el metabolismo de los ameloblastos dando lugar a una matriz defectuosa y a una calcificación inadecuada de los dientes.<sup>43</sup>

#### **d) Alteraciones del color por patología dental hereditaria <sup>40,42</sup>**

#### **e) Hipocalcificación del esmalte**

#### **f) Por caries**

#### **g) Debido a endodoncias incorrectas**

#### **h) Por enfermedades sistémicas**

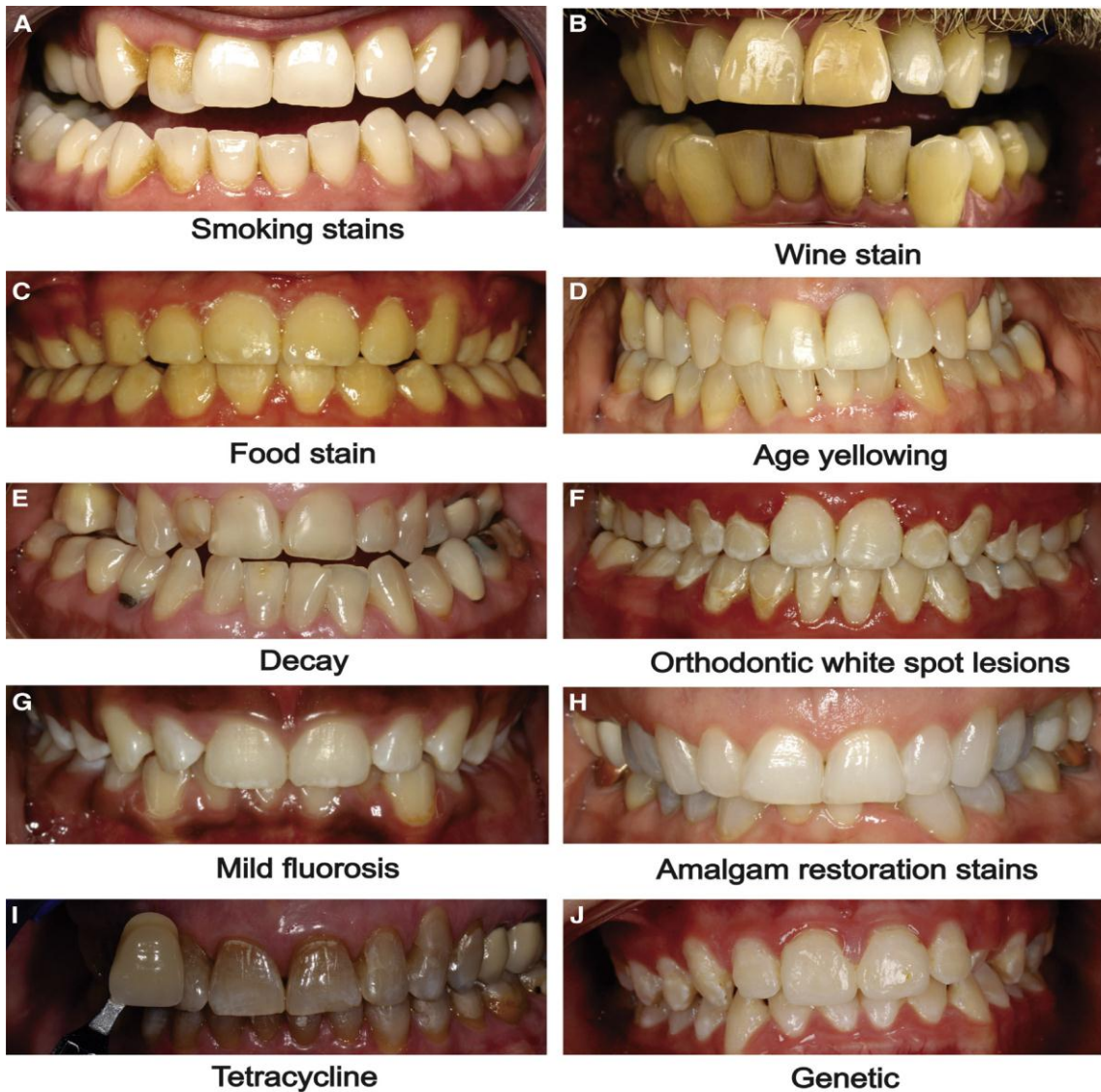
#### **i) Por la edad**

#### **j) Por esclerosis dentinaria**

#### **k) Por lesión pulpar**

#### **l) Por filtraciones**

## m) Por restauraciones inadecuadas



**Fig.1.** Ejemplos de tinciones dentales. Ejemplos de tinciones extrínsecas: A. Fumadores; B. Mancha de vino; C. Tinción alimentaria. Ejemplos de tinciones intrínsecas: D. Edad o envejecimiento dental; E. Deterioro dental; F. Mancha blanca por ortodoncia; G. Fluorosis leve; H. Restauración de amalgama; I. Tinción por tetraciclina; J. Genética (Amelogénesis imperfecta). Carey CM. Tooth whitening: what we now know. J Evid Based Dent Pract. 2014 Jun;14 Suppl:70-6.

### 1.3 Composición de los agentes de blanqueamiento:

Los productos blanqueantes actuales contienen ingredientes activos e inactivos.

#### Ingredientes activos:

- **peróxido de hidrógeno**
- **peróxido de carbamida**
- **perborato de sodio**

A concentraciones iguales de los tres agentes, el peróxido de hidrógeno es el más potente pues solo parte de los otros dos agentes se transformarán en este último.

#### Ingredientes inactivos:

- **Carbopol** (carboxipolimetileno): es el agente espesante más comúnmente utilizado. Su concentración es por lo general entre 0,5% y 1,5%. Este ácido poliacrílico de alto peso molecular ofrece dos ventajas fundamentales; en primer lugar, aumenta la viscosidad de los materiales de blanqueamiento, lo que permite una mejor retención del gel en la cubeta y en segundo lugar, aumenta el tiempo de liberación de oxígeno activo hasta cuatro veces<sup>44</sup>.
- **Glicerina**: utilizada como portador del agente de blanqueamiento. Puede mantener la humedad y ayudar a disolver otros ingredientes.
- **Agentes tensioactivos y dispersantes del pigmento**<sup>45</sup>
- **Conservantes**: metilo, propilparabeno, y benzoato de sodio, se utilizan como sustancias conservantes. Tienen la capacidad de prevenir el crecimiento bacteriano. Además, estos agentes pueden acelerar la descomposición de peróxido de hidrógeno por la liberación de metales de transición tales como hierro, cobre, y magnesio.

- **Saborizantes**
- **Agua:** para evitar la deshidratación
- **Fluoruro sódico y nitrato potásico:** para reducir la sensibilidad

#### **1.4 Mecanismo de acción de los agentes blanqueantes:**

El mecanismo de acción del blanqueamiento dental, se basa en la penetración del agente en la estructura dentaria y la producción de radicales libres, moléculas de oxígeno reactivas y aniones de peróxido de hidrógeno. Estas moléculas reactivas atacan las cadenas largas formadas por moléculas oscuras y las divide en cadenas más cortas capaces de reflejar mejor la luz.<sup>46,47</sup> Por lo tanto, es mediante la oxidación de los pigmentos orgánicos, como se produce el aclaramiento dental.<sup>2,3,6.</sup>

#### **1.5 Técnicas de blanqueamiento dental:**

Actualmente existen tres técnicas de blanqueamiento dental: en consulta, domiciliario y over-the-counter (OTC).<sup>48</sup> Las dos primeras, bajo prescripción facultativa y la última no requiere supervisión de un especialista. En ambas técnicas los factores más importantes a evaluar son: la concentración del agente blanqueante y el tiempo de exposición, de los cuales va a depender la eficacia del blanqueamiento. Existen diferentes regímenes de aplicación con variaciones principalmente en el momento en el que el gel permanece en contacto con la superficie del esmalte.<sup>6,48,49</sup> Los productos más utilizados son el peróxido de hidrógeno y el peróxido de carbamida.<sup>10,50,51,52</sup>

### 1.5.1 Blanqueamiento en dientes vitales:

#### 1.5.1.1 En consulta:

Se emplean agentes blanqueantes a altas concentraciones. El producto más frecuentemente utilizado es el peróxido de hidrógeno en concentraciones del 15-38%.<sup>8,53.</sup>

En esta técnica el profesional realiza un control completo durante todo el procedimiento y tiene la capacidad de detenerlo cuando se consigue el efecto deseado.

El gel de blanqueamiento se aplica a los dientes después de la protección de los tejidos blandos<sup>54</sup> y puede ser activado (o no) por luz o calor<sup>55</sup>.

Se pueden emplear diferentes tipos de lámparas incluyendo; lámparas halógenas, lámpara de arco de plasma, luz xe-halógena (Luma Arco), láser de diodo (tanto 830 y 980 nm láser de diodo de longitud de onda), o de halogenuros metálicos (Zoom). La luz se puede utilizar para activar el gel blanqueador o acelerar el efecto del blanqueamiento.

El tratamiento en consulta puede resultar eficaz después de una sola sesión, pero es necesario realizar más de una para lograr un resultado óptimo<sup>56</sup>.



**Fig.2.** Blanqueamiento en consulta.  
Operative Dentistry, 2010, 35-1, 3-10

### 1.5.1.2 Domiciliario:

La técnica domiciliaria requiere la utilización de férulas que contienen el agente blanqueante. Fueron descritas por primera vez por Haywood y Heymann en 1989 para su uso en régimen nocturno.<sup>57,58,59</sup> Éste procedimiento presenta en general las mismas indicaciones que el blanqueamiento realizado en consulta, con la capacidad de producir menos efectos adversos.<sup>2, 9,60</sup> Una de las principales ventajas es su elevada eficacia clínica y el grado de satisfacción que reporta a los pacientes al finalizar el tratamiento. Aunque requiere más tiempo que la técnica en consulta, los resultados son más satisfactorios que los que se obtienen con una única sesión en consulta, en la que se aprecian cambios de color inmediatos pero insuficientes, por lo que surge la necesidad de combinarlo posteriormente con el domiciliario.<sup>5,7.</sup>

Los productos utilizados son el peróxido de carbamida en concentraciones del 10-20%<sup>64,65</sup> o bien concentraciones del 4-8% de peróxido de hidrógeno.<sup>1,61,62,63</sup>

Este tratamiento se lleva a cabo por los propios pacientes, pero debe ser supervisado siempre por el profesional. Lleva realizándose varias décadas y es probablemente el más utilizado.<sup>66</sup>

La técnica domiciliaria ofrece muchas ventajas: administración por el propio paciente, menor tiempo en consulta, alto grado de seguridad, menos efectos adversos y bajo costo.

A pesar del hecho de que los pacientes se blanquean a su propio ritmo, ésta técnica, se ha convertido en el “gold standard”. Sin embargo, también posee desventajas, ya que el cumplimiento activo por parte del paciente es obligatorio y la técnica en ocasiones puede ser abandonada<sup>67</sup>. Además, el cambio de color depende de la diligencia y compromiso de su utilización.

Por otro lado, también puede producirse el uso excesivo del mismo, lo que provoca con frecuencia sensibilidad térmica<sup>16</sup>.

Se recomienda una concentración de 35% de peróxido de hidrógeno en consulta, seguido del blanqueamiento domiciliario con los geles que contienen 10%, 15% o 20% de peróxido de carbamida, para conseguir resultados satisfactorios<sup>68</sup>.

Bailey y Swift (1992) afirmaron que a mayor concentración del agente blanqueante, se podía producir un mayor número de radicales de peróxido, y daría lugar a un proceso de blanqueamiento más rápido. Sin embargo puede aumentar los efectos secundarios del mismo tales como la sensibilidad dental, irritación gingival<sup>69</sup>.



**Fig.3.** Blanqueamiento domiciliario.  
Operative Dentistry, 2010, 35-1, 3-10

### 1.5.1.3 Over-the-counter (OTC):

Por último, existe la técnica over-the-counter (OTC) con el uso de productos blanqueantes a bajas concentraciones (3-6% peróxido de hidrógeno) que se aplican por los propios pacientes sin necesidad de la supervisión de un especialista.

Se comercializan en forma de pastas blanqueadoras, tiras de blanqueamiento, barnices, cubetas preformadas...<sup>70</sup>. Se suelen aplicar dos veces al día durante un máximo de 2 semanas.

Se trata de productos de venta libre, que están alcanzando un rápido crecimiento en la actualidad<sup>71</sup>. Sin embargo, tienen una seguridad y eficacia muy cuestionable.

### 1.5.2 Blanqueamiento en dientes no vitales:

Se han propuesto diferentes técnicas y productos para el blanqueamiento de dientes no vitales, con el fin de lograr un tratamiento satisfactorio que no dañe ni a los tejidos dentales ni al ligamento periodontal. Los agentes blanqueantes más utilizados son el perborato de sodio, peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno.<sup>72,73,74</sup>

El peróxido de hidrógeno presenta una gran eficacia para eliminar las tinciones del esmalte y la dentina. El peróxido de carbamida, que libera peróxido de hidrógeno y urea, se introdujo en 1989 por Haywood y Heymann<sup>29</sup> para el blanqueamiento de dientes vitales y recientemente también se ha recomendado para blanquear dientes no vitales.<sup>73,75</sup> El perborato de sodio, se utiliza con frecuencia para el blanqueamiento de

dientes no vitales, se descompone en peróxido de hidrógeno en contacto con el agua y produce la liberación de oxígeno.<sup>76</sup>

Hoy en día, el peróxido de carbamida y el perborato de sodio son los más utilizados, debido a que los daños que pueden ocasionar son mínimos.

En 1961, Spasser<sup>77</sup> recomienda el uso de perborato de sodio mezclado con agua dentro de la cámara pulpar. En 1967, su técnica fue modificada por Nutting y Poe<sup>78</sup>, que sugirieron sustituir el agua por peróxido de hidrógeno al 30% . Estos autores afirmaron que el perborato de sodio y el peróxido de hidrógeno liberaban oxígeno, por lo que su combinación debía ser sinérgica y más eficaz. Sin embargo, su eficacia y efectos secundarios han sido muy discutidos, sobre todo por las reabsorciones externas que se producían.<sup>79</sup>

Friedman, et al<sup>80</sup> (1988) ya mencionaban la incidencia de reabsorción cervical externa que se producía en los dientes no vitales después del blanqueamiento interno con perborato de sodio y peróxido de hidrógeno al 30% durante un período de 1-8 años.

Sin embargo, Holmstrup, et al<sup>81</sup> (1988) no encontraron reabsorciones cervicales externas cuando el blanqueamiento interno se realizaba con perborato de sodio mezclado con agua, después de tres años de seguimiento.

Rotstein, et al<sup>82</sup> (1991) comprobaron que el perborato de sodio mezclado con agua presentaba una eficacia de blanqueamiento similar en comparación con otros agentes blanqueantes, y además minimizaba la aparición de reabsorciones radiculares externas.

Más tarde se observó, que la eficacia de blanqueamiento no sólo dependía del disolvente utilizado (agua o peróxido de hidrógeno en diferentes

concentraciones), sino también de los tipos de perborato de sodio que se utilizaban.<sup>76</sup>

Los distintos tipos de perborato difieren en su contenido en oxígeno, lo que puede considerarse como una medida de su potencial de eficacia de blanqueamiento.

Weiger, et al<sup>76</sup> (1994) compararon los efectos de diversos tipos de perborato de sodio (mono, tri o tetrahidratado) usados en el blanqueamiento de dientes no vitales y concluyeron que la combinación de perborato de sodio tetrahidratado con peróxido de hidrógeno al 30% o agua producían resultados similares.

Sin embargo, Ari y Üngör<sup>83</sup> (2002) afirmaron que no había diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de perborato de sodio mezclados con peróxido de hidrógeno al 30% o agua.

Rotstein, et al<sup>82</sup> (1991) también afirman que no existen diferencias estadísticamente significativas cuando se emplea el perborato de sodio mezclado con agua o con peróxido de hidrógeno pero Bizhang, et al<sup>84</sup> (2003) demostraron en un estudio in vitro que el perborato de sodio mezclado con peróxido de hidrógeno, resultaba más eficaz que si se mezclaba con agua.

Vachon, et al<sup>73</sup> (1998) compararon la eficacia obtenida al mezclar el perborato de sodio con peróxido de carbamida al 10% y peróxido de hidrógeno al 30% y observaron que con ambos se obtenía la misma eficacia de blanqueamiento.

Perrine, et al<sup>85</sup> (2000), compararon la eficacia de blanqueamiento que se producía al utilizar peróxido de carbamida al 10% o perborato de sodio mezclado con agua y comprobaron que, después de 12 días se blanqueaban

un 65% de los dientes con peróxido de carbamida y un 67% con perborato de sodio, sin existir significación estadística.

Leonard, et al<sup>86</sup> (1998) compararon los cambios de color que se producían en dientes extraídos tras 2 semanas de blanqueamiento con 5%, 10% o 16% de peróxido de carbamida y comprobaron que las concentraciones más altas (10% y 16%) eran más eficaces. Las concentraciones más bajas de peróxido de carbamida necesitaban más tiempo para conseguir el mismo efecto, pero finalmente lograban el mismo resultado que con las concentraciones más altas.

Yui et al<sup>74</sup> (2008) demostraron que el perborato de sodio asociado tanto a peróxido de carbamida al 10% como al 35% era más eficaz que cuando se asociaba con agua destilada

Oliveira et al<sup>87</sup> (2006) comprobaron que la combinación de perborato de sodio con clorhexidina al 2% no disminuía la eficacia de blanqueamiento y sugirió su uso para prevenir la microfiltración coronal.

La técnica de blanqueamiento de dientes no vitales más utilizada implica sellar la cámara pulpar con una una mezcla de perborato de sodio con agua destilada, un procedimiento que se repite hasta que el resultado del blanqueamiento es el deseado, combinándolo a su vez con la técnica de blanqueamiento domiciliaria mediante el uso de férulas<sup>88</sup>.

## **1.6 Efectos de la técnica de blanqueamiento dental:**

### a) Efectos sobre los tejidos blandos:

Las concentraciones altas de los agentes de blanqueamiento pueden producir fácilmente quemaduras de los tejidos blandos, éstos se vuelven isquémicos y adoptan un color blanquecino.<sup>89</sup>

En general, las quemaduras de estos tejidos son reversibles, sin consecuencias a largo plazo si la exposición al material de blanqueamiento es limitada, tanto en el tiempo, como su cantidad.

Por lo tanto, es fundamental proteger los tejidos blandos para prevenir posibles lesiones. También se puede producir ésta irritación con agentes blanqueantes a bajas concentraciones (tratamiento domiciliario), probablemente por la colocación incorrecta de las férulas o bien del material de blanqueamiento en el interior de las mismas.<sup>90</sup>

#### b) Efectos sistémicos:

Existe una mayor preocupación por los posibles efectos adversos de los agentes blanqueantes utilizados en la técnica domiciliaria, aunque sus concentraciones son inferiores a los que se usan en clínica, debido a que su uso no está controlado por el dentista.

Ocasionalmente, los pacientes sufren irritación gastrointestinal en caso de ingesta, o bien irritación del paladar y la garganta.<sup>91,92</sup>

Sin embargo, la mayoría de los estudios sugieren que el uso adecuado de bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno en el blanqueamiento dental es muy seguro<sup>93,94,95,96.</sup>

#### c) Efectos del blanqueamiento dental en la estructura del diente:

##### *1. Efectos sobre la morfología de la superficie del esmalte y la textura*

Numerosos estudios afirman que el blanqueamiento dental no altera la morfología de la superficie del esmalte, tan sólo aumenta la porosidad de la

estructura del esmalte superficial, siendo este efecto reversible, tras finalizar el blanqueamiento.<sup>28,97,98,99,100,101,102.</sup>

Titley y cols<sup>103</sup> observaron un ligero aumento de la rugosidad de la superficie del esmalte, mientras que Hunsaker y colaboradores y Gurgan et al.<sup>99,100</sup> afirmaron que no existía ninguna modificación de la rugosidad superficial.

Mediante microscopía de fuerza atómica, Hegedus et al.<sup>104</sup> observaron cambios en la superficie del esmalte 28 horas después del tratamiento de blanqueamiento con 10% de peróxido de carbamida y con peróxido de hidrógeno al 30%. Encontró que la superficie de la muestra se hizo más irregular y porosa.

Bitter realizó dos estudios; en el primero examinó los efectos de los agentes blanqueantes sobre la superficie del esmalte, mediante microscopía electrónica de barrido, comparándolo con esmalte que no había sido sometido a blanqueamiento, y concluyó que la superficie tratada mostró un aumento de porosidad, 30 horas después del tratamiento<sup>105,106</sup>. En el segundo estudio pretendía evaluar los efectos del blanqueamiento dental a corto y largo plazo sobre la superficie del esmalte mediante microscopía electrónica<sup>106</sup>. En este estudio, encontró que tras catorce días de blanqueamiento, se producía la exposición de los prismas del esmalte. Sin embargo, el estudio carecía de controles adecuados, los pacientes no siguieron unas normas de higiene oral correctas y los dientes que se blanquearon estaban programados para su exodoncia. Además, se utilizó 35% de peróxido de carbamida, que no es aceptable ya que se considera que es demasiado alto para el blanqueamiento domiciliario de dientes vitales<sup>106</sup>.

Finalmente, Sa et al. demostraron que los agentes de blanqueamiento utilizados en clínica con bajos valores de pH podían inducir alteraciones en la morfología de la estructura superficial del esmalte pero gracias a la presencia de la saliva se podría eliminar el efecto de desmineralización causada por la bajada de pH.<sup>107</sup>

## *2. Efectos sobre la dureza de la superficie del esmalte y resistencia al desgaste*

La dureza superficial del esmalte y la resistencia al desgaste después del tratamiento de blanqueamiento, también han sido ampliamente investigadas.

Algunos estudios<sup>108,109,110</sup> no mostraron efectos sobre la superficie del esmalte ni sobre la resistencia al desgaste tras el blanqueamiento dental, mientras que otros<sup>111</sup> estudiaron el efecto de los agentes de blanqueamiento de uso domiciliario que contenían 10% de peróxido de carbamida y 7,5% de peróxido de hidrógeno y concluyeron que estos agentes blanqueantes podían cambiar la micromorfología superficial del esmalte, pero no producían cambios en la microdureza del mismo.

Además, de Arruda et al. estudiaron la microdureza y la histomorfología del esmalte bovino después de usar peróxido de hidrógeno al 35%. Se concluyó que el uso de peróxido de hidrógeno al 35% no disminuía la dureza del esmalte y que se producían cambios histomorfológicos en aquellas superficies de esmalte que previamente estaban expuestas a caries.<sup>111</sup>

### *3. Efectos sobre la composición química del esmalte*

En cuanto al efecto del blanqueamiento dental en la composición química del esmalte, existen muchos estudios que tratan de medir los cambios en los elementos constitutivos del esmalte para determinar si existe o no, alteración en los mismos.

Efeoğlu et al. utilizaron la tomografía micro-computarizada para evaluar el efecto del peróxido de carbamida al 10% en el esmalte. Los resultados indicaron que se producía una desmineralización del mismo, por lo tanto, recomendaron que la aplicación de agentes de blanqueamiento debía ser cuidadosamente considerada en pacientes susceptibles a caries y con desgaste dental.<sup>112</sup>

En otros dos estudios, Rotstein et al. y Tezel et al. demostraron que los agentes de blanqueamiento provocan una pérdida significativa de calcio de la superficie del esmalte.<sup>113,114</sup>

En un estudio más reciente, Cakir et al. concluyeron que el uso de (10%, 20% y 35% de peróxido de carbamida) no producía cambios significativos en la composición química del esmalte.<sup>115</sup>

Sin embargo Goo et al. demostraron que se producía pérdida de mineral debido al blanqueamiento dental, pero que no suponía una amenaza para los dientes, debido al “efecto buffer” de la saliva.<sup>116</sup>

Además, Lee et al. observaron que la cantidad de calcio perdido después de 12 h de tratamiento de blanqueamiento fue similar a la que se perdía en aquellos dientes expuestos a un refresco ácido durante unos pocos minutos. Estos estudios concluyeron que los cambios en la composición química del esmalte eran leves y sin relevancia clínica.<sup>117</sup>

#### d) Efectos sobre las restauraciones de resina:

##### 1. *Rugosidad*

Según un estudio in vivo realizado por Silva y colaboradores, se observó que el peróxido de hidrógeno al 35% no tenía ningún efecto sobre la rugosidad superficial de un composite fluido y un composite de macrorelleno.<sup>118</sup>

Li y colaboradores, llevaron a cabo otro estudio in vivo con peróxido de carbamida al 15% y sus resultados coincidían con los de Silva y cols. También afirmaban que en los composites (nanorelleno y fluido), no se produjeron alteraciones de la rugosidad.<sup>119</sup>

Bondazi y colaboradores también realizaron ensayos clínicos, en los que fijaron bloques de composite microhíbrido y esmalte por lingual a los premolares y primeros molares, en el primer y cuarto cuadrante. Sus resultados demuestran que el peróxido de carbamida al 16% en régimen nocturno durante 8 días, sólo producía aumento estadísticamente significativo de la rugosidad en esmalte, pero no en el composite.<sup>120</sup>

Yu y colaboradores, evaluaron el efecto del peróxido de hidrógeno al 40% a dos temperaturas 25 y 37°, y sus resultados coinciden con los anteriores, ya que no se encontraron cambios estadísticamente significativos a ninguna temperatura, en ningún material.<sup>121</sup>

Mourouzis y cols en su estudio in vitro, evaluaron los efectos del peróxido de hidrógeno al 35% y peróxido de carbamida al 30% en un composite de microrelleno, otro de nanorelleno y uno microhíbrido. Los agentes blanqueantes se aplicaron durante 30 min en dos sesiones, dos veces al día, durante 24 horas. Las muestras se conservaron en agua destilada a 25° una

semana. Se produjo un ligero aumento de la rugosidad en todas ellas, pero no fue estadísticamente significativo.<sup>122</sup>

Mohammadi encontró un aumento de la rugosidad en el composite de microrelleno con peróxido de carbamida en régimen domiciliario. Lo que contrasta con los resultados de Sharafeddin en el mismo composite y otro híbrido, bajo peróxido de carbamida a altas concentraciones, ya que no se encontraron aumentos de rugosidad significativos.<sup>123</sup>

Wang y su equipo, evaluaron cuatro marcas distintas de composite de nanorelleno, bajo tres simulaciones de protocolos de blanqueamiento (en consulta sin luz, en consulta con luz y domiciliario), y lo compararon con los cambios producidos en un bloque de esmalte bovino. Reportaron que el peróxido de hidrógeno en consulta sin luz, aumentaba la rugosidad de dos tipos de composite de nanorelleno a partir de la tercera semana, pero no de los otros. El esmalte bovino y el composite microhíbrido no se vieron afectados. Con el tratamiento en consulta con luz, la mayoría presentó cambios pero no eran estadísticamente significativos. Con peróxido de carbamida a baja concentración, solo aumentó la rugosidad del microhíbrido y el esmalte.

Estos resultados se contradicen con los de Yu et al, que analizaron el mismo microhíbrido con peróxido de hidrógeno y no se vieron cambios. Concluyen por tanto, que el efecto es material y tiempo dependiente y que la rugosidad del esmalte se vio más afectada en comparación con las resinas.<sup>124</sup>

## *2. Microdureza*

Yu y colaboradores realizaron un experimento in vivo, utilizaron el medidor de microdureza Vickers HXD-1000 TMC de la casa Shanghai Taiming Óptica, para tomar medidas y obtuvieron los siguientes resultados:

en las resinas compuestas de nanorelleno y fluido no se produjeron cambios estadísticamente significativos, ni en el grupo blanqueamiento ni en el grupo control. No había una relación significativa entre el tiempo de aplicación y los cambios en la microdureza.

Se debe tener en cuenta que una pequeña cantidad de peróxido de carbamida se difundió al lado control durante el tiempo que los pacientes llevaban la férula puesta.<sup>125</sup>

Estos mismos autores realizaron también dos estudios in vitro, conservando las muestras en saliva artificial, con peróxido de carbamida y peróxido de hidrógeno, respectivamente. En el primer estudio vieron que el peróxido de carbamida al 10% a 37° producía un ablandamiento de la superficie en todos los materiales estudiados.

En el segundo estudio, las muestras tratadas con peróxido de hidrógeno al 40% mostraron una reducción de la microdureza a ambas temperaturas con respecto al grupo control, pero a 37° el ablandamiento era mayor.<sup>121,126</sup>

Estudios realizados sobre composites de nanorelleno como en el estudio de Yu y cols, demostraron que tanto el peróxido de hidrógeno como el de carbamida produjeron alteraciones en la microdureza de todos los materiales pero ninguna fue estadísticamente significativa.<sup>127</sup>

### 3. *Color*

Para la evaluación estandarizada y reproducible de los cambios de color en los materiales de restauración, se emplea un espectofotómetro para el análisis de L \*a \*b \* según el sistema CIELAB.

Se ha demostrado que sólo los cambios de color superiores a 3 ( $\Delta E > 3$ ) son perceptibles por el ojo humano.<sup>128,129</sup>

El uso de 10% de peróxido de carbamida producía cambios de color en resina, pero resultaban imperceptibles por el ojo humano.<sup>130</sup>

Generalmente, las alteraciones en el color de los materiales de restauración se han atribuido a la oxidación de los pigmentos de la superficie y los compuestos de amina, que también son responsables de la inestabilidad del color de los materiales de restauración con el tiempo.

Li y colaboradores realizaron un estudio in situ a boca partida. Se confeccionó una férula donde en una hemiarcada se fijaron dos muestras de resina en la zona de los molares se y se les aplicó posteriormente el gel de blanqueamiento, y en la otra hemiarcada, solo había saliva (grupo control). Se midió el color con el espectrofotómetro PR-650 Spectra Scan. Observaron que el  $\Delta E$  era material dependiente. Se incrementó en las dos primeras semanas para el composite de nanorelleno y el fluido pero al abandonar el tratamiento disminuyeron gradualmente. El  $\Delta E$  fue ( $< 2.72$ ), con lo cual era imperceptible clínicamente por el ojo humano. En el grupo control no se produjeron grandes cambios. Los cambios de color producidos en el incisivo lateral eran mucho mayores que los producidos en los materiales, por eso se notaba más aun la diferencia entre ambos.<sup>119</sup>

Según el estudio de Mohammí y colaboradores, el peróxido de carbamida al 16% produjo cambios en  $\Delta E$  (por variaciones en aumento de L y disminución de b) entre 0.80 y 1.12, imperceptibles para el ojo humano.<sup>123</sup>

Kwon observó que se producían aumentos clínicamente imperceptibles ( $\Delta E < 3$ ) pero estadísticamente significativos, en composites de nanorelleno tratados con ambos peróxidos simulando tratamiento en consulta y domiciliario, con respecto al grupo control.<sup>127</sup>

Varios autores llegaron a la misma conclusión al evaluar distintos regímenes de blanqueamiento con ambos peróxidos a bajas concentraciones en composites híbridos y nanohíbridos. Se producían cambios de color ( $\Delta E < 3$ ).<sup>131</sup>

## **2. JUSTIFICACIÓN E HIPOTESIS DE TRABAJO.**

Existen numerosos estudios sobre blanqueamiento domiciliario con bajas concentraciones de peróxido de hidrógeno, en los que se observan resultados clínicos satisfactorios.<sup>53</sup>

Se han descrito diferentes regímenes de aplicación con variaciones principalmente en el momento en el que el gel permanece en contacto con la superficie del esmalte.<sup>6,48,49</sup>

Esta técnica de blanqueamiento puede realizarse en régimen nocturno (6-8 h/día) o bien en régimen diurno (1-2 h/día), en función de la concentración utilizada, obteniéndose en ambos casos resultados similares. Sin embargo, debido a que el proceso de oxidación se completa tras las dos primeras horas de aplicación del agente blanqueante, este tiempo sería suficiente para conseguir el efecto deseado, sin la necesidad de extenderlo a 6-8 horas diarias, es por ello por lo que el diseño de este estudio se ha planteado siguiendo un protocolo de blanqueamiento domiciliario diurno.

La mayoría de los protocolos establecidos hoy en día, sugieren un periodo de dos semanas de duración para un blanqueamiento domiciliario con concentraciones del 6% de peróxido de hidrógeno. En el presente estudio, se pretende evaluar el tiempo necesario para conseguir la máxima eficacia de blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 6% en régimen diurno y determinar si realmente debemos emplear dos semanas de tratamiento o bien debería modificarse (ampliarse o reducirse) la duración del mismo, en función del comportamiento de  $\Delta E$  a lo largo de los días, y su evolución hasta las dos semanas. Para ello, decidimos emplear un espectrofotómetro (ES; Vita Easyshade, Vident, Brea, CA, USA), con el fin de obtener resultados lo más objetivos posible.

La importancia del proyecto reside en el interés que suscita la originalidad de la forma de medición del color, realizándose a diario para poder evaluar el día exacto en el que se alcanza el máximo pico de blanqueamiento, pudiendo determinar así, cuántos días son realmente necesarios para alcanzar el color deseado, sin cometer el error de prolongar el tratamiento más allá de lo debido, o bien de acortarlo indebidamente necesitando posteriormente ampliar su duración.

Hipótesis nula: La mayor eficacia del blanqueamiento domiciliario se produce después de dos semanas de tratamiento. No existen diferencias entre la eficacia de blanqueamiento producida durante las dos semanas de tratamiento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

Determinar la variación de color que se produce día a día durante dos semanas y evaluar si hay diferencias significativas entre cada día.

#### **Objetivos secundarios:**

-Valorar a lo largo de 14 días, el momento en el que se produce el pico máximo de blanqueamiento y la estabilización del mismo en función del comportamiento de  $\Delta E$ .

-Analizar si es necesario modificar los protocolos actuales de blanqueamiento, o si debemos seguir empleando dos semanas de tratamiento.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Diseño del estudio:**

Ensayo clínico longitudinal.

El estudio se llevó a cabo en la facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

### **4.2. Sujetos:**

Participaron un total de 20 pacientes a los que se les administró peróxido de hidrógeno al 6% (Poladay) como producto blanqueante.

### **4.3. Criterios de inclusión:**

-Pacientes mayores de edad

-Pacientes con al menos los 6 dientes anteriores superiores e inferiores que no presenten restauraciones ni caries.

-Pacientes que presenten al menos en los 6 dientes anteriores superiores e inferiores un color A3 o superior de la guía Vita Classical ordenada por valor.

### **4.4. Criterios de exclusión:**

-Pacientes que no se presenten a alguna de las citas

- Pacientes que no cumplan las instrucciones que previamente a iniciar el blanqueamiento se les explica
- Pacientes con fluorosis o tinción por tetraciclinas
- Pacientes que han sido sometidos a un blanqueamiento previo
- Pacientes con enfermedad periodontal

#### **4.5. Variables:**

Variable dependiente: variación del color ( $\Delta E$ )

Variable independiente: tiempo

#### **4.6. Definición del procedimiento:**

Una vez que el Comité Ético aprobó el estudio (código interno 14/503-P), seleccionamos a los 20 pacientes de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Posteriormente se realizaron las fotografías y la toma de color inicial a cada uno de los participantes así como la toma de impresiones con alginato para la realización de las férulas (una de tratamiento y otra de posicionamiento).

Tras obtener las férulas de los pacientes (tanto las que contenían el producto blanqueante como las de posicionamiento) entregamos las jeringas correspondientes a cada uno de ellos.

Sobre las férulas de posicionamiento se realizaron perforaciones con una fresa redonda montada en pieza de mano, en cada uno de los dientes a evaluar para la toma de color.

Todos los sujetos llevaron las férulas con el producto blanqueante 2 horas/día durante 14 días, y acudieron de lunes a viernes a la toma de color (con las férulas de posicionamiento). Se les dio instrucciones sobre la alimentación que debían tomar durante el tratamiento a base de una dieta lo más blanca posible y exenta de colorantes.

Mediante una hoja de Excel recogimos los resultados obtenidos diariamente por el espectrofotómetro.

Tras las dos semanas de tratamiento, se les repitieron las fotografías.

Una vez que obtuvimos todos los datos necesarios de cada paciente, se procedió a su análisis estadístico.

#### **4.7. Formas e instrumentos de medición:**

El color dental se midió a diario (excepto sábados y domingos) desde el primer día de tratamiento hasta el último (ambos incluidos), además también se midió el color antes de empezar el tratamiento para establecer el color de base y poder comparar los resultados iniciales con los finales.

Los dientes que evaluamos fueron los 6 anteriores tanto superiores como inferiores.

El instrumento de medición utilizado fue un espectrofotómetro (emplearemos siempre el mismo en todos los pacientes: Vita Easyshade, Vident, Brea, CA, USA).

La toma de color fue realizada siempre por otra persona (nunca por el propio paciente). Antes de iniciar el procedimiento a cada paciente se calibró debidamente el espectrofotómetro.

A todos los pacientes se les realizó una férula de posicionamiento (superior e inferior) con perforaciones en cada uno de los dientes a evaluar, con el objetivo de que siempre se tomase el color en la misma posición .

#### **4.8. Recogida de datos, manejo y análisis:**

Los datos que recogimos de los pacientes en la hoja de Excel, proporcionados por el espectrofotómetro, fueron los siguientes:

- L\*: representa la luminosidad del diente y sus valores normales varían entre 0 (negro) y 100 (blanco).
- a\*: representa el tono de rojo-verde del diente y sus valores normales varían entre (+1) y (-1).
- b\*: representa el grado de azul-amarillo del diente y sus valores normales varían entre 10 y 20.

A lo largo de los días los valores de L\* fueron aumentando, los de b\* disminuyendo y los de a\* se mantuvieron constantes como consecuencia del efecto del blanqueamiento (los dientes se vuelven más luminosos y menos amarillos).

Para calcular la variación del color ( $\Delta E$ ), seguimos el sistema CIE L\* a\* b\* y usamos la siguiente fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Esta fórmula la calcula automáticamente el programa Excel, previamente cargada su función, a medida que vayamos introduciendo los datos de L\* a\* b\*

Sólo los propios participantes, evaluadores y director del estudio, tuvieron acceso a esta información.

#### 4.9. Material:

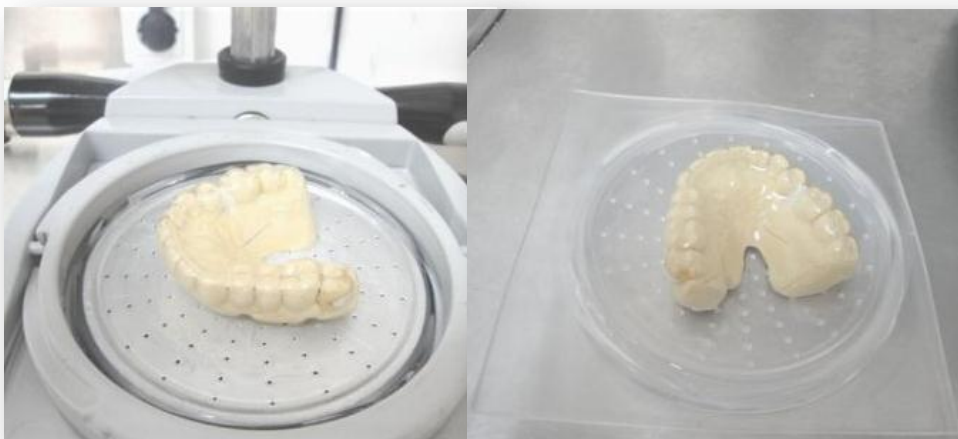
**4.10.1 Agente blanqueante:** el producto de blanqueamiento utilizado fue peróxido de hidrógeno al 6% (Poladay, SDI).



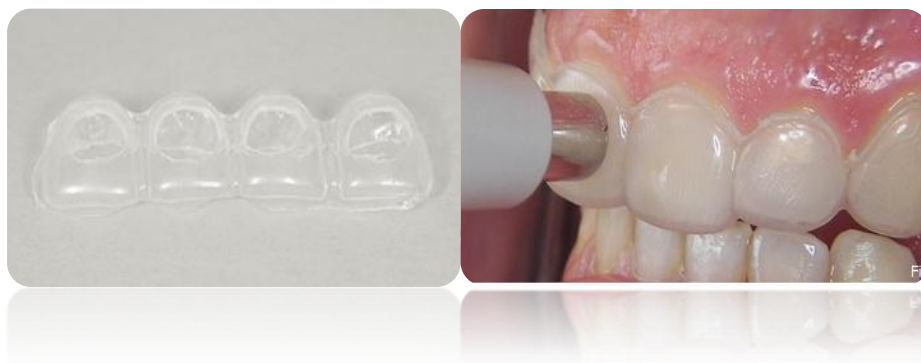
**4.10.2 Máquina formadora de vacío Easy-vac para confeccionar las férulas.**



**4.10.3 Planchas termoplásticas Dentaflux para la elaboración de las férulas:** de 1mm de grosor para confeccionar las de blanqueamiento y 3mm para las de posicionamiento.



#### 4.10.4 Férulas de blanqueamiento y de posicionamiento.



**4.10.5 Espectrofotómetro:** empleamos siempre el mismo para la toma diaria del color de todos los pacientes. (Vita Easyshade, Vident, Brea, CA, USA).



**4.10.6 Cámara fotográfica:** las fotografías se realizaron con una cámara (Canon EOS 550D, EF 100mm f/2,8 Macro USM, Flash anular macro MR-14EX II).



## 5. RESULTADOS

Los análisis se han realizado empleando el software SPSS V14 (SPSS Inc, Chicago, IL).

### 5.1. Estadística Descriptiva:

Se han empleado los estadísticos habituales de media y desviación típica, propios de variables de distribución normal junto con la mediana (percentil 50) y los percentiles 25 y 75 válidos para variables no normales.

Para demostrar la normalidad se ha empleado el test de Kolmogorov-Smirnov (que demuestra la normalidad de los datos si el resultado no es significativo:  $p > 0.05$ ).

	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Kolmogorov	Percentiles		
						p	25	50	75
DELTA0	20	,0000	,00000	,00	,00	N.C.	,0000	,0000	,0000
DELTA1	20	5,4725	2,82678	2,42	15,33	,502	3,5450	4,8384	6,5325
DELTA2	20	5,5280	1,53920	3,92	8,99	,113	4,3600	4,6300	6,6175
DELTA3	20	6,2755	1,61920	4,28	10,16	,810	4,8400	5,9200	7,5725
DELTA4	20	7,4746	2,07151	4,34	13,44	,677	6,2025	6,8850	9,0450
DELTA5	20	7,8780	1,43201	5,30	10,40	,881	6,6300	7,7650	9,0925
DELTA6	20	7,9880	1,20797	5,65	10,61	,641	7,2250	7,8603	8,6500
DELTA7	20	8,2498	1,90205	5,20	12,94	,887	6,9075	8,0400	9,2575
DELTA8	20	9,1171	1,06892	7,65	11,66	,810	8,2975	9,0714	9,5475
DELTA9	20	9,2787	1,55625	6,73	11,77	,867	7,6575	9,5550	10,2875
DELTA10	20	9,5363	1,97463	4,64	12,18	,997	8,1350	9,4500	11,3000

**Tabla 1. Descriptivos y valores de p del test de Kolmogorov-Smirnov de normalidad.** Valores de  $p > 0.05$  en el test de Kolmogorov-Smirnov demuestran normalidad; en este caso, todas las variables son normales, con la excepción de Delta 0 que es constante.

## 5.2. Estadística Inferencial:

Tras verificar la normalidad de los datos mediante el Test de Kolmogorov-Smirnov, se han comparado los deltas entre sí, mediante comparaciones dos a dos empleando el test t de Student para datos emparejados.

Para describir los cambios temporales de los valores delta se ha empleado el tiempo en días como variable independiente y como variable dependiente la media de los delta de los 20 pacientes estudiados, ajustando a varios modelos de regresión.

Por último se ha empleado el delta de toda la boca para ajustar un modelo lineal ya que se ha demostrado que era el que mejor bondad de ajuste ofrecía con un mínimo número de grados de libertad.

Gráfico 1

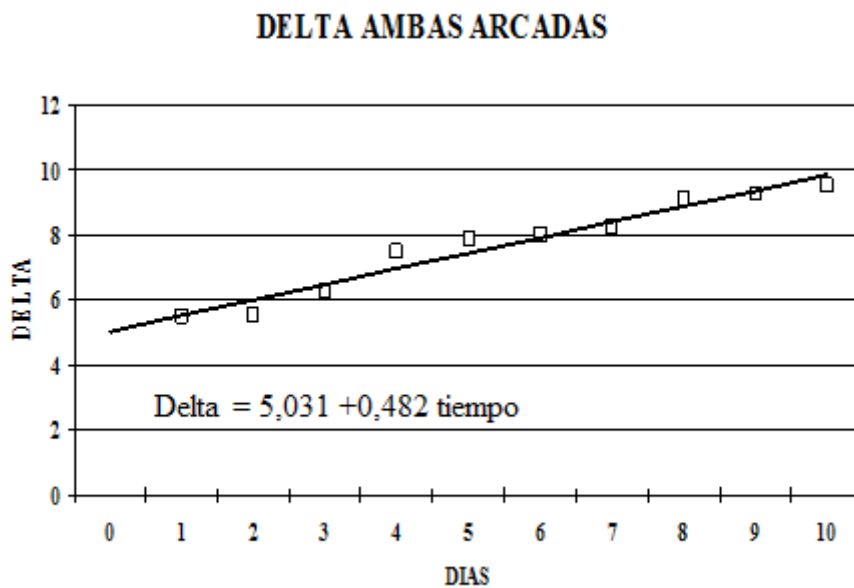


Gráfico1: medias y ajuste de la tendencia lineal en ambas arcadas, eliminando el día 0.

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,753	27,504	1	9	,001	2,720	,710		

**Tabla 2. Modelo de regresión para ambas arcadas contando delta0**

Variable dependiente: media de los 20 pacientes

Ecuación del modelo:  $\text{delta} = 2,720 + 0,710 \text{ tiempo (días)}$

Bondad del ajuste (R<sup>2</sup>)=0.753,

Significación del modelo p=0.001

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,955	169,068	1	8	,000	5,031	,482		

**Tabla 3. Modelo de regresión para ambas arcadas eliminando delta0**

Variable dependiente: media

Ecuación del modelo:  $\text{delta} = 5,031 + 0,482 \text{ tiempo (días)}$

Bondad del ajuste (R<sup>2</sup>)=0.955

Significación del modelo p<0.001

El modelo eliminando delta 0 es mucho mejor desde el punto de vista estadístico ya que presenta mejor bondad del ajuste (el coeficiente de

determinación  $R^2$  es de 0,955 versus 0,753 es decir, un 27 % mayor. Este es el parámetro más importante a la hora de escoger el mejor modelo. Los dos presentan buena significación (los dos tienen una  $p$  muy baja).

En los modelos lineales la hipótesis nula es que no hay pendiente ( $b_1 = 0$ ), es decir, la recta que deben dibujar los datos es una recta paralela al eje de las  $X$ . En este caso, lo que demostramos es que hay pendiente y es positiva ( $B_1$  es mayor de 0). Eso implica que a mayor tiempo mayor delta.

En el modelo con Delta 0 lo que viene a decir el modelo es que por cada día que pasa desde que empieza el blanqueamiento mejora éste 0,710 unidades.

En el modelo sin Delta 0 se dice que a partir del día 1 por cada día que pasa mejora el delta en 0,482 unidades.

Deltas comparados dos a dos	Diferencia de Deltas Media	95% IC de la diferencia de Delta		Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior	
DELTA0 - DELTA1	-5,47248	-6,79546	-4,14951	,000
DELTA0 - DELTA2	-5,52799	-6,24836	-4,80762	,000
DELTA0 - DELTA3	-6,27549	-7,03330	-5,51768	,000
DELTA0 - DELTA4	-7,47461	-8,44411	-6,50511	,000
DELTA0 - DELTA5	-7,87800	-8,54820	-7,20779	,000
DELTA0 - DELTA6	-7,98803	-8,55337	-7,42268	,000
DELTA0 - DELTA7	-8,24976	-9,13995	-7,35957	,000
DELTA0 - DELTA8	-9,11714	-9,61741	-8,61688	,000
DELTA0 - DELTA9	-9,27868	-10,00702	-8,55033	,000
DELTA0 - DELTA10	-9,53626	-10,46041	-8,61210	,000
DELTA1 - DELTA2	-,05550	-1,08188	,97088	,911
DELTA1 - DELTA3	-,80300	-1,82206	,21605	,116
DELTA1 - DELTA4	-2,00212	-3,18240	-,82185	,002
DELTA1 - DELTA5	-2,40551	-3,49036	-1,32066	,000
DELTA1 - DELTA6	-2,51554	-3,55682	-1,47426	,000
DELTA1 - DELTA7	-2,77727	-3,53724	-2,01731	,000
DELTA1 - DELTA8	-3,64466	-4,65675	-2,63257	,000
DELTA1 - DELTA9	-3,80619	-4,79239	-2,81999	,000
DELTA1 - DELTA10	-4,06377	-5,07241	-3,05514	,000
DELTA2 - DELTA3	-,74750	-1,31706	-,17794	,013
DELTA2 - DELTA4	-1,94662	-2,90387	-,98937	,000
DELTA2 - DELTA5	-2,35001	-3,03627	-1,66375	,000
DELTA2 - DELTA6	-2,46004	-2,95091	-1,96917	,000
DELTA2 - DELTA7	-2,72177	-3,47461	-1,96893	,000
DELTA2 - DELTA8	-3,58916	-4,09293	-3,08539	,000
DELTA2 - DELTA9	-3,75069	-4,37855	-3,12282	,000
DELTA2 - DELTA10	-4,00827	-4,78158	-3,23495	,000

**Tabla 4. Comparaciones de los valores de DELTA de dos en dos.**

	Medía	95% Intervalo de confianza para la diferencia		Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior	
DELTA3 – DELTA4	-1,19912	-2,14637	-.25187	,016
DELTA3 – DELTA5	-1,60251	-2,26381	-.94121	,000
DELTA3 – DELTA6	-1,71254	-2,27425	-1,15082	,000
DELTA3 – DELTA7	-1,97427	-2,66502	-1,28352	,000
DELTA3 – DELTA8	-2,84166	-3,45685	-2,22647	,000
DELTA3 – DELTA9	-3,00319	-3,72543	-2,28095	,000
DELTA3 – DELTA10	-3,26077	-3,94760	-2,57394	,000
DELTA4 – DELTA5	-,40339	-1,25468	,44791	,334
DELTA4 – DELTA6	-,51342	-1,28993	,26310	,182
DELTA4 – DELTA7	-,77515	-1,43879	-,11151	,024
DELTA4 – DELTA8	-1,64254	-2,60668	-,67839	,002
DELTA4 – DELTA9	-1,80407	-2,53196	-1,07618	,000
DELTA4 – DELTA10	-2,06165	-2,80472	-1,31857	,000
DELTA5 – DELTA6	-,11003	-,57276	,35270	,624
DELTA5 – DELTA7	-,37176	-1,04681	,30328	,263
DELTA5 – DELTA8	-1,23915	-1,76015	-,71815	,000
DELTA5 – DELTA9	-1,40068	-1,93752	-,86385	,000
DELTA5 – DELTA10	-1,65826	-2,20380	-1,11273	,000
DELTA6 – DELTA7	-,26173	-,90610	,38264	,406
DELTA6 – DELTA8	-1,12912	-1,52642	-,73182	,000
DELTA6 – DELTA9	-1,29065	-1,80979	-,77152	,000
DELTA6 – DELTA10	-1,54823	-2,27349	-,82297	,000
DELTA7 – DELTA8	-,86739	-1,58741	-,14736	,021
DELTA7 – DELTA9	-1,02892	-1,53964	-,51820	,000
DELTA7 – DELTA10	-1,28650	-1,85899	-,71401	,000
DELTA8 – DELTA9	-,16153	-,65599	,33293	,502
DELTA8 – DELTA10	-,41911	-1,17137	,33315	,258
DELTA9 – DELTA10	-,25758	-,75882	,24366	,296

Tabla 4. Continuación de la tabla 4.

En el día 0 no tenemos variabilidad. Todos los datos se presentan con el mismo valor = 0. Ese valor siempre es estadísticamente significativo con respecto a todos los demás días.

A partir de día 1 empiezan los cambios: el delta más grande es el del día 1 (media 5,47), por tanto podemos decir que la variación de color más intensa se da del día 0 al 1 (pasamos de 0 a 5,47). A partir del día 1 se sigue produciendo un aclaramiento constante a lo largo de los días.

Si analizamos los cambios de Delta como diferencias entre medias de dos días tenemos estos resultados:

$$\Delta 2- \Delta 1 = +0.055 (p=0.911)$$

$$\Delta 3- \Delta 2 = +0.747 (p=0.013)$$

$$\Delta 4- \Delta 3 = +1.199 (p=0.016)$$

$$\Delta 5- \Delta 4 = +0.403 (p=0.334)$$

$$\Delta 6- \Delta 5 = +0.110 (p=0.624)$$

$$\Delta 7- \Delta 6 = +0.262 (p=0.406)$$

$$\Delta 8- \Delta 7 = +0.867 (p=0.021)$$

$$\Delta 9- \Delta 8 = +0.161 (p=0.502)$$

$$\Delta 10- \Delta 9 = +0.257 (p= 0.296)$$

Según estos datos se produce una fuerte mejora en el día 4, después de ese día las mejoras son leves, pero constantes y vuelven a ser muy marcadas en el día 8 para luego estabilizarse de nuevo.

## **6. DISCUSIÓN**

Este estudio se realizó sobre los 6 dientes anteriores superiores e inferiores empleando peróxido de hidrógeno al 6% (Poladay) como producto blanqueante.

La medición del color se efectuó con un espectrofotómetro debidamente calibrado antes de iniciar el procedimiento y en cada uno de los pacientes a evaluar, para evitar la subjetividad que surge al utilizar únicamente una guía de color. Además se trata de uno de los métodos más objetivos de los que disponemos en la actualidad.<sup>132,133,134</sup>

Una de las limitaciones de nuestro estudio es que al haber utilizado un solo espectrofotómetro nos es imposible comparar la exactitud de las medidas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , con respecto a otro dispositivo electrónico.

La mayoría de los estudios muestran los hallazgos en los que estos aparatos parecen ser fiables y precisos pero también dan lugar a discrepancias. Puesto que el espectrofotómetro elimina la subjetividad propia de las guías de color dentales pero tiene la desventaja de que también está sujeto a error por la variabilidad entre diferentes examinadores<sup>135,136</sup>

Por este motivo, se decidió emplear en este estudio un único evaluador destinado a realizar la toma de color a todos los sujetos, evitando la intervención de los propios pacientes, los cuales no están acreditados para tal fin y podrían introducir datos erróneos en el estudio.

Hugo et al demostraron que, entre los observadores humanos y los aparatos electrónicos, se producían pocos acuerdos a la hora de determinar el color dentario<sup>135</sup>

El espectrofotómetro seleccionado en nuestro estudio fue el Vita Easyshade, (Vident, Brea, CA, USA).

Kim Pusateri S. en el año 2009, después de estudiar varios espectrofotómetros, afirma que existe una alta reproductibilidad entre los espectrofotómetros estudiados de aproximadamente del 96%, pero que existen marcadas diferencias en cuanto a la exactitud (63%-93%). Siendo el más exacto el espectrofotómetro Vita Easyshade con una exactitud del 92,6%.

Hasegawa y colaboradores en el año 2000, evaluaron la eficacia del espectrofotómetro al medir la translucidez en los incisivos centrales. Encontraron diferencias significativas en los valores medios del color a lo largo del eje axial de un mismo diente en su cara vestibular, debido a que la luminosidad es más alta en el tercio incisal y tercio medio, y más baja en el tercio cervical. Esto supuso obtener resultados diferentes al realizar medidas en un mismo diente.<sup>137</sup>

Para evitar el problema analizado por Hasegawa, en este estudio se confeccionaron férulas de posicionamiento para cada cada paciente, de esta forma conseguimos tomar el color siempre en la misma ubicación.

Para las medidas de color, se utilizó el sistema Cielab (The international Comision of Illumination), que es un sistema internacional estandarizado para medir el color teniendo en cuenta al observador y la fuente de luz. Mide la emisión reflejada de colores independiente de la luz que los rodea y calcula los parámetros del color en tres ejes del espacio \*L, \*a, \*b; donde \*L es la luminosidad en un rango desde 0 (negro) hasta 100 (blanco), \*a para el color y la saturación en el eje rojo-verde y \*b para el color y la saturación en el eje azul-amarillo.<sup>138</sup> Las diferencias totales de color o la distancia entre dos colores ( $\Delta E$ ), pueden ser calculadas a partir de la siguiente fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Los valores de  $\Delta E$  considerados perceptibles por el ojo humano son usualmente muy bajos. Se ha demostrado que sólo los cambios de color superiores a 3 ( $\Delta E > 3$ ) son perceptibles por el ojo humano<sup>128,129</sup>

Clínicamente, no se han encontrado con frecuencia problemas en los tejidos blandos, sin embargo, las concentraciones altas de los agentes de blanqueamiento pueden producir fácilmente quemaduras de los tejidos blandos, éstos se vuelven isquémicos y adoptan un color blanquecino.<sup>89</sup>

Para evitar este efecto secundario, en el presente estudio todos los participantes fueron debidamente informados con rigurosas instrucciones sobre la correcta colocación de las férulas y del material de blanqueamiento. Teniendo además previsto la confección de férulas festoneadas en caso de aparecer irritación gingival.

Analizando los resultados obtenidos en el estudio, podemos observar que la variación de color más intensa se produce en el primer día de blanqueamiento. A partir del día 1 se sigue produciendo un aclaramiento constante a lo largo de los días.

En el día 4 se produce una fuerte mejora, después de ese día las mejoras son leves, pero constantes y vuelven a ser muy marcadas en el día 8 para luego estabilizarse de nuevo. Esto implica que a mayor tiempo de exposición, se produce mayor aclaramiento dental.

La principal limitación de este estudio reside en el tiempo de seguimiento de los pacientes; se ha restringido a dos semanas como nos sugieren las principales casas comerciales, por ello nos es imposible determinar si a partir de las 2 semanas de tratamiento se seguiría produciendo un aumento de  $\Delta E$ . Aunque analizando el modelo de regresión lineal empleado en este

estudio, así como los resultados clínicos obtenidos, todo parece indicar que si continuásemos con el blanqueamiento más allá de las dos semanas (tiempo que las casas comerciales consideran suficiente), obtendríamos un aclaramiento mayor, siendo necesario realizar estudios con un tiempo de seguimiento superior a dos semanas, para poder verificarlo.

La mayoría de los estudios evalúan las diferencias de color obtenidas semanalmente, en este estudio por el contrario las mediciones se efectuarán a diario, gracias a esto, hemos podido observar que se producen diferencias significativas entre cada día. Además detectamos que la mayor variación de color se produce el primer día de blanqueamiento, existiendo un pico claramente marcado en el día 4 y 8 seguidos ambos de un periodo de estabilización, en el que sigue produciéndose aclaramiento dental pero con diferencias de color menos marcadas entre cada día.

En un estudio reciente de 2014, Alonso de la Peña V y colaboradores realizaron blanqueamiento domiciliario a 96 pacientes siguiendo un protocolo de 1 hora al día durante dos semanas, obteniendo en todos los casos resultados satisfactorios.

Sin embargo, Swift JE et al (2009) defienden que es necesario un tratamiento de mayor duración para mejorar los resultados.

En nuestro estudio, tras dos semanas de tratamiento los resultados son todos satisfactorios, obteniendo variaciones de color significativas en todos los casos, pero también cabe pensar que dichos resultados pudiesen mejorarse incrementando el tiempo de tratamiento, por lo que no nos alejamos de la opinión del autor anteriormente citado.

De lo que no cabe duda tras evaluar los resultados de nuestro estudio y ver la similitud que presentan con otros estudios, es de que a mayor tiempo de exposición, se produce mayor aclaramiento dental, lo que nos lleva a

cuestionar si realmente sería adecuado seguir empleando el protocolo establecido por la mayoría de las casas comerciales (de 2 semanas de duración).

Es necesario realizar futuros estudios que empleen un tiempo de seguimiento mayor al sugerido por las casa comerciales, para tratar de averiguar cuántas semanas son realmente necesarias para conseguir la máxima eficacia de blanqueamiento dental.

## **7. CONCLUSIONES**

1. La variación de color más intensa se produce en el primer día de blanqueamiento, existiendo diferencias de  $\Delta E$  estadísticamente significativas entre el día 2 y 3, día 3 y 4 y entre el día 7 y 8.

2. Durante las 2 semanas de tratamiento la variación de color aumenta progresivamente día tras día, no siendo posible encontrar un día en el que se produzca un máximo de eficacia de blanqueamiento y a partir del cual comience la estabilización del color.

3. Surge la necesidad de ampliar el tiempo de blanqueamiento más allá del propuesto por las casas comerciales (2 semanas), para poder determinar el día en el que se produce la máxima eficacia de blanqueamiento y a partir del cual únicamente existe estabilización del mismo, puesto que esto no ocurre en las 2 semanas de tratamiento, tiempo que comúnmente se venía utilizando.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. Dudea D, Lasserre JF, Alb C, Culic B, Pop Ciutrla IS, Colosi H. Patients' perspective on dental aesthetics in a South-eastern European community. *J.Dent.* 2012 Jul;40 Suppl 1:e72-81.
2. Kishi A, Otsuki M, Sadr A, Ikeda M, Tagami J. Effect of light units on tooth bleaching with visible-light activating titanium dioxide photocatalyst. *Dent Mater J.* 2011;30(5):723-9.
3. Jadad E, Montoya J, Arana G, Gordillo LA, Palo RM, Loguercio AD. Spectrophotometric evaluation of color alterations with a new dental bleaching product in patients wearing orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jul ; 140(1):e 43-7.
4. Papathanasiou A, Kastali S, Perry RD, Kugel G. Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in-office whitening system. *Compend Contin Educ Dent.* 2002 Apr; 23(4): 335-8.
5. Meireles SS, Santos IS, Della Bona A, Demarco FF. A double- blind randomized clinical trial of two carbamide peroxide tooth bleaching agents: 2-year-follow-up. *J.Dent* 2010; vol 38: 956-963.
6. Zanet CG, Fava M, Alves LA. In vitro evaluation of the microhardness of bovine enamel exposed to acid solutions after bleaching. *Braz Oral Res.* 2011 Nov-Dec; 25(6):562-7

7. Marson F, Gonçalves R, Silva C, Cintra L, Pascotto R, Santos PD, BrisoA.

Penetration of hydrogen peroxide and degradation rate of different bleaching products. *Oper Dent*. 2015 Jan-Feb;40(1):72-9.

8. Kossatz S, Dlanhol AP, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of light activation on tooth sensitivity after in-office bleaching. *Oper Dent* , 2011 May-Jun; 36(3): 251-257.

9. Carey CM. Tooth whitening: what we now know. *J Evid Based Dent Pract*. 2014 Jun;14 Suppl:70-6.

10. Pirollo R, Mondelli RF, Correr GM, Gonzaga CC, Furuse AY. Effect of coffee and a cola-based soft drink on the color stability of bleached bovine incisors considering the time elapsed after bleaching. *J Appl Oral Sci*. 2014 Dec;22(6):534-40.

11. Nutter BJ, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy of light activated in-surgery whitening versus in-surgery whitening without light activation. *J Dent*. 2013 Nov;41 Suppl 5:e3-7.

12. Dwinelle W. Ninth annual meeting of American Society of Dental Surgeons-Article X. *Am. Dent. Sci*. 1850. 157–161.

13. Kirk E. The chemical bleaching of teeth. *Dent. Cosmos*. 1889; 31: 273–283.

14. Woodnut C. Discoloration of dentine. *Dent. Cosmos*.1861; 2662.

15. M'Quillen J. Elongation and discoloration of a superior central incisor. *Dent. Cosmos*.1868; 10: 225–227.

16. Haywood V.B. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992; 23: 471–488.
17. Kingsbury C. Discoloration of dentine. *Dent. Cosmos.* 1861; 3: 57–60.
18. Bogue E. Bleaching teeth. *Dent. Cosmos.* 1872; 141–143.
19. Harlan A. The dental pulp, its destruction, and methods of treatment of teeth discolored by its retention in the pulp chamber or canals. *Dent. Cosmos.* 1891; 33: 137–141.
20. Atkinson C. Fancies and some facts. *Dent. Cosmos.* 1892; 34: 968–972.
21. Kirk E. Hints, queries, and comments: sodium peroxide. *Dent. Cosmos.* 1893. 35: 1265–1267.
22. Franchi G.J. A practical technique for bleaching discolored crowns of young permanent incisors. *J. Dent. Child.* 1950. 20: 68–69.
23. Pearson H.H. Bleaching of the discolored pulpless tooth. *J. Am. Dent. Assoc.* 1958; 56: 64–68.
24. Spasser H.F. A simple bleaching technique using sodium perborate. *N. Y. State Dent. J.* 1961; 27332–27334.
25. Nutting E. A new combination for bleaching teeth. *Dent. Clin. North Am.* 1976; 10: 655–662.
26. Latimer J. Notes from the discussion of the Society of Dental Surgeons in the city of New York. *Dent. Cosmos.* 1868; 10: 257–258.
27. Fisher G. The bleaching of discolored teeth with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *Dent. Cosmos.* 1911; 53: 246–247.

28. Haywood V.B, Leech T, Heymann H.O, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int.* 1990; 21: 801–804.
29. Haywood V.B, Heymann H.O. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989; 20: 173–176.
30. Haywood V.B. Overview and status of mouthguard bleaching. *J. Esthet. Dent.* 1991; 3: 157–161.
31. Greenwall L, Fredman G, Gordan V.V. Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide. Martin Dunitz. .2001.
32. Haywood V.B. Current status of nightguard vital bleaching. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2000; Suppl. 28: S10–S17, quiz S48.
33. Ontiveros J.C. In-office vital bleaching with adjunct light. *Dent. Clin. North Am.* 2011; 55: 241–253, viii.
34. Zantner C, Der dilopoulou F, Martus P, Kielbassa AM. Randomized Clinical Trial on the efficacy of a new bleaching laquer for self-application. *Oper Dent* 2006 May; 31(3): 308-31.
35. Bizhang M, Chun P, Damerau K, Singh P, Raab M, Zimmer S. Comparative clinical study of the effectiveness of three different bleaching methods. *Oper Dent*, 2009, 34-6, 635-641.
36. Kusai Baroudi, Nadia Aly Hassan. The effect of light-activation sources on tooth bleaching. *Niger Med J*, 2014 Sep-Oct; 55(5) : 363-368.

37. Gerlach RW, Zhou X. Vital bleaching with whitening strips: summary of clinical research on effectiveness and tolerability. *J. Contemp Dent Pract.* 2001 Aug 15; 2(3)1-16.
38. Mondelli RF, Azevedo JF, Francisconi AC, Almeida CM, Ishikiriama SK. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods – two year follow up. *J. Appl Oral Sci.* 2012 Jul-Aug; 20(4): 435-43.
39. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. 2014 Apr; 26(2):33-46
40. Viscio D, Gaffar A, Fakhry-Smith S, Xu T. Present and future technologies of tooth whitening. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2000; Suppl. 28: S36–S43, quiz S49.
41. Goldstein R.E, Garber D.A. *Complete Dental Bleaching*, first ed. Quintessence Publishing Inc. 1995; Chicago, 165.
42. Nathoo S.A. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J. Am. Dent. Assoc.* 1997; 128 (Suppl), 6S–10S.
43. Dodson D, Bowles W. Production of minocyclines pigment by tissue extracts [abstract]. *J. Dent. Res.* 1991; 70 (Spec Iss), 424.
44. Rodrigues J.A, Oliveira G.P.F, Amaral C.M.I. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz. Oral Res.* 2007; 21, 170–172.

45. Feinman R.A, Madray G, Yarborough D. Chemical, optical, and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. *Pract. Periodontics Aesthet. Dent.* 1991; 3: 32–36.
46. Ubaldini AL, Baesso ML, Medina Neto A, Sato F, Bento AC, Pascotto RC. Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues. *J Dent Res.* 2013 Jul;92(7):661-5.
47. Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *J Dent.* 2012 Dec;40 Suppl 2:e11-6.
48. Dawson PF, Sharif MO, Smith AB, Brunton PA. A clinical study comparing the efficacy and sensitivity of home Vs combined whitening. *Oper Dent,* 2011 Sep-Oct; 36(5): 460-466.
49. Cardoso CP, Reis A, Loguercio A, Vieira LCC, Baratieri LN. Clinical effectiveness and tooth sensitivity associated with different bleaching times for a 10 percent carbamide peroxide gel. *J.Am Dent Assoc.* 2010 Oct; 141(10): 1213-1220.
50. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, Santos IS, Della Bona A, Demarco FF. A double blind randomized clinical trial of at-home tooth bleaching using two carbamide peroxide concentrations: 6-month follow-up. *J.Dent* 2008 Nov; 36(11): 878-884.

51. Eimar H, Siciliano R, Abdallah MN, Nader SA, Amin WM, Martinez PP, Celemin A, Cerruti M, Tamimi F. Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *J Dent*. 2012 Dec;40 Suppl 2:e25-33.
52. Torres CR., Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy in vitro study. *J. Dent* 2010 Oct; 38(10):838-46
53. Türkün M, Celik UE, Aladag A, Gökay N. One year clinical evaluation of the efficacy of a new daytime at-home bleaching technique. *J. Esthet Restor Dent*, 2010 Apr; 22(2): 139-148.
54. Powell L.V, Bales D.J. Tooth bleaching: its effect on oral tissues. *J. Am. Dent. Assoc.* 1991; 122: 50–54.
55. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: I. History, chemistry, safety and legal aspects. *Dent. Update*. 2004; 31: 608–616.
56. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 3. Insurgery or power bleaching. *Dent. Update*. 2005b; 32: 101–108.
57. Da Costa JB, McPharlin R, Hilton T, Ferracane JL, Wang M. Comparision of two at-home whitening products of similar peróxide concentration and different delivery Methods. *Oper Dent*, 2012 Jul-Aug; 37(4): 333-339.

58. Alonso de la Peña V, López Ratón M. Randomized Clinical Trial on the efficacy and safety of four professional at-home tooth whitening gels. *Oper Dent*, 2014 Mar-Apr; 39(2): 136-143.
59. Ontiveros JC, Eldiwany MS, Paravina R. Clinical effectiveness and sensitivity with overnight use of 22% carbamide peroxide gel. *J Dent*. 2012 Dec;40 Suppl 2:e17-24.
60. Swift JE Jr, Heymann HO, Wilder AD Jr, Barker ML, Guerlach RW. Effects of duration of whitening strip treatment on tooth color: A randomized , placebo controlled clinical trial. *J. Dent*, 2009; 37 Suppl: e51-e56.
61. Bernardon JK, Sartori N, Ballarin A, Perdigão J, Lopes G, Baratieri LN. Clinical Performance of vital bleaching techniques. *Oper Dent*, 2010 Jan-Feb; 35(1): 3-10.
62. Karpinia KA, Magnusson I, Sagel PA, Zhou X, Gerlach RW. Vital bleaching with two at-home professional system. *Am J Dent* 2002, Sep; 15 Spec No: 13A-18A.
63. He LB, Shao MY, Tan K, Xu X, Li JY. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2012 Aug;40(8):644-53.
64. Basting RT, Amaral FLB, Franca FMG, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% Carbamide Peroxide home-use and 35% and 38% Hydrogen Peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent*, 2012 Sep-Oct; 37(5): 464-473.

65. Moghadam FV, Majidinia S, Chasteen J, Ghavamnasiri M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *Eur J Dent.* 2013 Oct;7(4):405-11.
66. Sulieman M. An overview of bleaching techniques: 2. Night guard vital bleaching and non-vital bleaching. *Dent. Update.* 2005<sup>a</sup>; 32: 39–46.
67. Leonard Jr R.H, Van Haywood B, Caplan D.J. Tart N.D. Nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth: 90 months post treatment. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2003; 15:142–152, discussion 153.
68. Langsten R.E, Dunn W.J, Hartup G.R, Murchison, D.F. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2002; 14: 92–96.
69. Broome J.C. At-home use of 35% carbamide peroxide bleaching gel: a case report. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 1998; 19: 824–829.
70. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa A.M. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent. Mater.* 2007; 23: 243–250.
71. Kugel G. Over-the-counter tooth-whitening systems. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2003; 24: 376–382.
72. Lim MY, Lum SO, Poh RS, Lee GP, Lim KC. An in vitro comparison

of the bleaching efficacy of 35% carbamide peroxide with established intracoronal bleaching agents. *Int Endod J.* 2004; 37:483-8.

73. Vachon C, Vanek P, Friedman S. Internal bleaching with 10% carbamide peroxide in vitro. *Pract Period Aesthet Dent.* 1998;10:1145-8.

74. Yui KC, Rodrigues JR, Mancini MN, Balducci I, Gonçalves SE. Ex vivo evaluation of the effectiveness of bleaching agents on the shade alteration of blood-stained teeth. *Int Endod J.* 2008;41:485-92.

75. Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008;34(4):394-407.

76. Weiger R, Kuhn A, Löst C. Radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronal bleaching using various forms of sodium perborate. *Int Endod J.* 1994;27:313-7.

77. Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J.* 1961;27:332-4.

78. Nutting EB, Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am,* 1967;11:655-62.

79. Montgomery S. External cervical resorption after bleaching the pulpless teeth. *Oral Surg.* 1984; 57:203-6.

80. Friedman S, Rotstein I, Libfeld H, Stabholz A, Heling I. Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1988;1:56-60.
81. Holmstrup G, Palm AM, Lambjerg-Hansen H. Bleaching of discolored root-filled teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4:197-201.
82. Rotstein I, Zalkind M, Mor C, Tarabeah A, Friedman S. In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7:177-80.
83. Ari H, Üngör M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. *Int Endod J.* 2002;35:433-6.
84. Bizhang M, Heiden A, Blunk U, Zimmer S, Seemann S, Roulet JS. Intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Oper Dent.* 2003;28:334-40.
85. Perrine GA, Reichl RB, Baisden MK, Hondrum SO. Comparison of 10% carbamide peroxide and sodium perborate goes intracoronal bleaching. *Gen Dent.* 2000;48:264-70.
86. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence Int.* 1998;29(8):503-7.

87. Oliveira DP, Gomes BPFA, Zaia AA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. In vitro assessment of a gel base containing 2% chlorhexidine as a sodium perborate's vehicle for intracoronal bleaching of discolored teeth. *J Endod*, 2006;35:672-4.
88. Setien V.J, Roshan S, Nelson P.W. Clinical management of discolored teeth. *Gen. Dent.* 2008; 56: 294–300, quiz 301-294.
89. Barghi N, Morgan J. Bleaching following porcelain veneers: clinical cases. *Am. J. Dent.* 1997; 10: 254–256.
90. Li Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide-containing agents. *J. Am. Dent. Assoc.* 1997; 128 (Suppl): 31S– 36S.
91. Howard W.R. Patient-applied tooth whiteners. *J. Am. Dent. Assoc.* 1992; 123: 57–60.
92. Pohjola R.M, Browning W.D, Hackman S.T, Myers M.L, Downey M.C. Sensitivity and tooth whitening agents. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2002; 14: 85–91.
93. Freedman G.A. Safety of tooth whitening. *Dent. Today* 1990; 9: 32–33.
94. Reddy J, Salkin L.M. The effect of a urea peroxide rinse on dental plaque and gingivitis. *J. Periodontol.* 1976; 47: 607–610.
95. Shipman B, Cohen E, Kaslick R.S. The effect of a urea peroxide gel on plaque deposits and gingival status. *J. Periodontol.* 1971; 42: 283–285.

96. Stindt D.J, Quenette L. An overview of Gly-Oxide liquid in control and prevention of dental disease. *Compendium*. 1989; 10: 514– 519.
97. Cadenaro M, Navarra C.O, Mazzoni A. et al. An in vivo study of the effect of a 38 percent hydrogen peroxide in-office whitening agent on enamel. *J. Am. Dent. Assoc.* 2010; 141: 449–454.
98. Ernst C.P, Marroquin B.B, Willershausen-Zo'n'nchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27: 53–56.
99. Gurgan S, Bolay S, Alacam R. In vitro adherence of bacteria to bleached or unbleached enamel surfaces. *J. Oral Rehabil.* 1997; 24: 624–627.
100. Hunsaker K, Christensen G, Christensen R. Tooth bleaching chemicals. Influence on teeth and restorations. *J. Dent. Res.* 1990; [abstract # 69303]
101. Smidt A, Feuerstein O, Topel M. Mechanical, morphologic, and chemical effects of carbamide peroxide bleaching agents on human enamel in situ. *Quintessence Int.* 2011; 42: 407–412.
102. Sun L, Liang S, Sa Y et al. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J. Dent.* 2011; 39: 686–692.

103. Titley K.C, Torneck C.D, Ruse N.D. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J. Dent. Res.* 1992; 71: 20–24.
104. Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J. Dent.* 1999; 27: 509–515.
105. Bitter N.C. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *J. Prosthet. Dent.* 1992; 67: 852–855.
106. Bitter N.C. A scanning electron microscope study of the longterm effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *Gen. Dent.* 1998; 46: 84–88.
107. Sa Y, Sun L, Wang Z et al. Effects of two in-office bleaching agents with different pH on the structure of human enamel: an in situ and in vitro study. *Oper. Dent.* 2013; 38: 100–110.
108. Araujo Fde O, Baratieri L.N, Araujo, E. In situ study of inoffice bleaching procedures using light sources on human enamel microhardness. *Oper. Dent.* 2010; 35: 139–146.
109. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. 2000. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J. Endod.* 2000; 26: 203–206.

110. Sasaki R.T, Florio, F.M, Basting R.T. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Oper. Dent.* 2009; 34: 746–752.

111. de Arruda A, Santos P.D , Sundfeld R, Berger S, Briso A. Effect of hydrogen peroxide at 35% on the morphology of enamel and interference in the de-remineralization process: an in situ study. *Oper. Dent.* 2012; 37: 518–525.

112. Efeoglu N, Wood D, Efeoglu C. Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel. *J. Dent.* 2005; 33: 561–567.

113. Rotstein I, Dankner E, Goldman A et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J. Endod.* 1996; 22: 23–25.

114. Tezel H, Ertas O.S, Ozata F, Dalgar H, Korkut Z.O. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int.* 2007; 38: 339–347.

115. Cakir F.Y, Korkmaz Y, Firat E, Oztas S.S, Gurgan S. Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at-home bleaching systems. *Oper. Dent.* 2011; 36: 529– 536.

116. Goo D.H, Kwon T.Y, Nam S.H et al. The efficiency of 10% carbamide peroxide gel on dental enamel. *Dent. Mater. J.* 2004; 23: 522–527.

117. Lee K.H, Kim H.I, Kim K.H, Kwon Y.H. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J. Oral Rehabil.* 2006; 33: 229–233.
118. M.F. de A. Silva, R.M. Davies, B. Stewart, W. DeVizio, J. Tonholo, J.G. da Silva Júnior, I.A. Pretty. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater.* 2006 Oct;22(10):919-24.
119. Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *J Dent.* 2009 May;37(5):348-56.
120. Bodanezi A, de Bittencourt ME, Bodanezi RV, Zottis T, Munhoz EA, Carlini B Jr. Surface Modifications on Aesthetically Restored Teeth following Home Bleaching with 16% Peroxide Carbamide. *Eur J Dent.* 2011 Apr;5(2):157-62.
121. Yu H, Li Q, Wang YN, Cheng H. Effects of temperature and in-office bleaching agents on surface and subsurface properties of aesthetic restorative materials. *J Dent.* 2013 Dec;41(12):1290-6.
122. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int.* 2013 Apr;44(4):295-302.
123. Mohammadi N, Kimyai S, Abed-Kahnamoii M, Ebrahimi-Chaharom ME, Sadr A, Daneshi M. Effect of 15% carbamide peroxide bleaching gel on color stability of giomer and microfilled composite resin: an in vitro comparison. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Nov 1;17(6).

124. Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Dos Santos JR, Del Padre NC, Gonini A Jr, Fernandes KB. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *Eur J Dent.* 2011 Apr;5(2):173-9.
125. Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *J Dent.* 2008 Apr;36(4):261-7.
126. Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y.J. The effects of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. *Prosthet Dent.* 2011 Feb;105(2):100-7.
127. Kwon YH, Shin DH, Yun DI, Heo YJ, Seol HJ, Kim HI. Effect of hydrogen peroxide on microhardness and color change of resin nanocomposites. *Am J Dent.* 2010 Feb;23(1):19-22.
128. Buchalla W, Attin T, Hilgers R.D, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J. Prosthet. Dent.* 2002; 87: 264– 270.
129. Inokoshi S, Burrow M.F, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper. Dent.* 1996; 21: 73–80.
130. Monaghan P, Lim E, Lautenschlager E. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *J. Prosthet. Dent.* 1992; 68: 575–578.
131. Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent.* 2010;38 Suppl 2:e129-36.

132. Hassel AJ, Engin Cevirgen, Zibandeh Balke, Rammelsberg P. “Intraexaminer reliability of measurement of tooth color by spectrophotometry”. *Quintessence International* 2009; 40: 421-426.
133. Karamouzos A, Papadopoulos MA, Kolokithas G, Athanasiou AE. “Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth”. *Journal of Oral Rehabilitation* 2007; 34: 613- 621.
134. Park JH, Lee YK, Lim BS. “Influence of illuminants on the color distribution of shades guides”. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 402-411.
135. Paul S y cols. “Visual and Spectrophotometric Shade Analysis of Human Teeth”. *Journal of Dental Research* 2002; 81(8): 578-582.
136. Joiner A, Hopkinson L, Deng Y, Westland S. “A review of tooth colour and whiteness”. *J Dent* 2008; 36(1): S2-7.
137. Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent*. 2000 Apr.;83(4):418–423.
138. Commission Internationale de l'Éclairage. Recommendations on Uniform Colour Spaces, Colour Terms, publication 15,suppl 2. Paris: Bureau Central de la Commision Internationale de l'Éclairage, 179.

