



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional De Loja

Facultad de la Salud Humana

Carrera de Odontología

**Evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en
odontología restauradora - Revisión bibliográfica**

Trabajo de Integración Curricular
previo, a la obtención del título de
Odontólogo.

AUTOR:

Dario Javier Palacios Vásquez

DIRECTOR:

Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 23 de marzo del 2023

Od. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRANTES CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en odontología restauradora - Revisión bibliográfica**, previo a la obtención del título de **Odontólogo**, de la autoría del estudiante **Dario Javier Palacios Vásquez**, con **cédula de identidad Nro. 1105167835**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa



Odont. Esp. Andrés Eugenio Barragán Ordoñez

Autoría

Yo, **Dario Javier Palacios Vásquez**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 1105167835

Fecha: 16 de noviembre del 2023

Correo electrónico: dario.palacios@unl.edu.ec

Teléfono: 093943921

Carta de Autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Dario Javier Palacios Vásquez**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado **Evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en odontología restauradora - Revisión bibliográfica**, como requisito para optar por el título de **Odontólogo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de noviembre del dos mil veintitrés.

Firma: 

Autor: Dario Javier Palacios Vásquez

Cédula: 1105167835

Dirección: Miraflores, Av. De los Paltas

Correo electrónico: dario.palacios@unl.edu.ec

Teléfono: 0939439121

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Odt. Esp. Andrés Eugenio Barragán

Ordoñez.

Dedicatoria

El presente Trabajo de Integración Curricular va dedicado primeramente a Dios, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza necesaria para poder cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres, César y Fanny, los cuales me han apoyado incondicionalmente toda mi vida, y con su amor y cariño, me han acompañado en todo momento, a mi abuelita Libia por enseñarme y aconsejarme siempre, y a mis hermanos por acompañarme en todo este proceso.

A mis amigos, los cuales me han brindado de su tiempo, con los cuales he compartido muchas dichas y buenos momentos, y me ha alentado a seguir adelante.

A Naomi, la cual ha sido una pieza fundamental para mí, que, con su compañía incondicional, me ha ayudado a mejorar, y me ha brindado mucho apoyo y cariño, que ha sido muy necesario en todo este proceso.

Y de igual forma a Lunita, que, desde su llegada, he compartido con ella muchos buenos momentos y ha sido una gran compañía siempre.

Dario Javier Palacios Vásquez

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por haberme permitido poder realizar y culminar el presente Trabajo de Integración Curricular y poder cumplir otro logro más en mi vida. De igual forma, agradezco mucho a mis padres y abuelos, los cuales me han forzado a ser la persona que soy hoy en día, y a mis hermanos, los cuales me han acompañado durante todo este proceso.

También quiero extender una enorme gratitud a la Universidad Nacional de Loja, por abrirme las puertas para poder realizar mis estudios, a todos los docentes de la carrera de Odontología, los cuales han sido los guías para todos los aprendizajes que he adquirido y me han permitido formarme profesionalmente.

Un agradecimiento especial al Dr. Andrés Barragán, quien me ofreció su tiempo y su ayuda, y estuvo dispuesto para despejar cualquier duda, lo que me permitió terminar de manera exitosa este Trabajo de Integración Curricular.

Y finalmente, quiero agradecerles a todos quienes me han apoyado en este camino, y me han regalado momentos de felicidad y me han motivado a seguir adelante, a mi familia, a mis amigos de siempre, a mi novia, y de igual forma a Lunita, que su compañía estos años ha sido muy importante para mí, muchas gracias.

Dario Javier Palacios Vásquez

Índice de contenidos

| | |
|--|------------|
| Portada | i |
| Certificación | ii |
| Autoría | iii |
| Carta de Autorización | iv |
| Dedicatoria | v |
| Agradecimiento | vi |
| Índice de contenidos | vii |
| Índice de tablas: | x |
| Índice de figuras: | xi |
| Índice de anexos: | xii |
| 1. Título | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| Abstract | 3 |
| 3. Introducción | 4 |
| 4. Marco teórico | 5 |
| 4.1. Odontología Adhesiva | 5 |
| 4.1.1. Origen de la odontología adhesiva | 6 |
| 4.1.2. Fundamentos de la adhesión dental | 8 |
| 4.2. Histología de los tejidos dentinarios | 10 |
| 4.2.1. Esmalte dental | 10 |
| 4.2.2. Dentina | 12 |
| 4.3. Clasificación de los sistemas adhesivos | 14 |
| 4.3.1. Primera Generación | 15 |
| 4.3.1.1. Mecanismo de unión | 15 |
| 4.3.1.2. Desventajas | 16 |
| 4.3.1.3. Usos y aplicaciones | 16 |
| 4.3.1.4. Resultados | 16 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2. Segunda Generación | 17 |
| 4.3.2.1. Mecanismo de unión | 17 |
| 4.3.2.2. Desventajas | 18 |
| 4.3.2.3. Resultados | 18 |
| 4.3.3. Tercera Generación | 19 |
| 4.3.3.1. Componentes y número de pasos | 19 |
| 4.3.3.2. Mecanismo de unión | 20 |
| 4.3.3.3. Desventajas | 20 |
| 4.3.3.4. Resultados | 21 |
| 4.3.4. Cuarta Generación | 21 |
| 4.3.4.1. Componentes y número de pasos | 22 |
| 4.3.4.2. Mecanismo de unión | 22 |
| 4.3.4.3. Desventajas | 23 |
| 4.3.4.4. Ventajas | 23 |
| 4.3.5. Quinta Generación | 24 |
| 4.3.5.1. Componentes y número de pasos | 24 |
| 4.3.5.2. Mecanismo de unión | 25 |
| 4.3.5.3. Usos y aplicaciones | 25 |
| 4.3.5.4. Desventajas | 25 |
| 4.3.5.5. Ventajas | 26 |
| 4.3.6. Sexta Generación | 26 |
| 4.3.6.1. Componentes y número de pasos | 27 |
| 4.3.6.2. Mecanismo de unión | 28 |
| 4.3.6.3. Usos y aplicaciones | 28 |
| 4.3.6.4. Ventajas | 28 |
| 4.3.6.5. Desventajas | 29 |
| 4.3.7. Séptima Generación | 30 |
| 4.3.7.1. Componentes y número de pasos | 30 |
| 4.3.7.2. Mecanismo de unión | 30 |
| 4.3.7.3. Usos y aplicaciones | 31 |
| 4.3.7.4. Desventajas | 31 |
| 4.3.7.5. Ventajas | 31 |
| 4.3.8. Octava Generación | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3.8.1. Componentes y número de pasos | 33 |
| 4.3.8.2. Mecanismo de unión | 33 |
| 4.3.8.3. Usos y aplicaciones | 33 |
| 4.3.8.4. Ventajas | 34 |
| 4.3.8.5. Desventajas | 34 |
| 5. Metodología | 35 |
| 5.1. Estrategia de búsqueda | 35 |
| 5.2. Tipo de estudio | 35 |
| 5.3. Estrategia de búsqueda | 35 |
| 5.4. Universo y muestra | 36 |
| 5.4.1. Universo: | 36 |
| 5.4.2. Muestra: | 37 |
| 5.5. Criterios de inclusión: | 37 |
| 5.6. Criterios de exclusión | 37 |
| 6. Resultados | 38 |
| 7. Discusión | 59 |
| 8. Conclusiones | 61 |
| 9. Recomendaciones | 62 |
| 10. Bibliografía | 63 |
| 11. Anexos | 67 |

Índice de tablas:

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ventajas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos | 38 |
| Tabla 2. Desventajas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos | 44 |
| Tabla 3. Aplicaciones clínicas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos | 49 |
| Tabla 4. Mecanismos de acción de las distintas generaciones de sistemas adhesivos | 54 |

Índice de figuras:

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ventajas clínicas de la cuarta y quinta generación de sistemas adhesivos..... | 41 |
| Figura 2. Ventajas clínicas de la sexta generación de sistemas adhesivos | 41 |
| Figura 3. Ventajas clínicas de la séptima generación de sistemas adhesivos | 42 |
| Figura 4. Ventajas clínicas de la octava generación de sistemas adhesivos | 42 |
| Figura 5. Desventajas de la primera y segunda generación de sistemas adhesivos..... | 46 |
| Figura 6. Desventajas de la tercera y cuarta generación de sistemas adhesivos..... | 47 |
| Figura 7. Desventajas de la quinta y sexta generación de sistemas adhesivos | 47 |
| Figura 8. Desventajas de la séptima generación de sistemas adhesivos | 48 |
| Figura 9. Situaciones clínicas indicadas para la primera, segunda y tercera generación | 51 |
| Figura 10. Situaciones clínicas indicadas para la cuarta y quinta generación | 51 |
| Figura 11. Situaciones clínicas indicadas para la sexta y séptima generación | 52 |
| Figura 12. Situaciones clínicas indicadas para la octava generación | 52 |
| Figura 13. Mecanismo de acción de las diferentes generaciones de sistemas adhesivos | 57 |

Índice de anexos:

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Informe de aprobación y pertinencia del proyecto | 67 |
| Anexo 2. Asignación de director de Trabajo de Titulación | 68 |
| Anexo 3. Certificado de traducción del resumen | 69 |

1. Título

Evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en Odontología restauradora - Revisión Bibliográfica

2. Resumen

A partir de los estudios realizados por Buonocore en 1955 con el uso del ácido fosfórico para acondicionar el esmalte dental, la odontología adhesiva tuvo su origen y tomando este momento como punto de partida, los sistemas adhesivos han evolucionado a fin de satisfacer las nuevas necesidades que la comunidad odontológica les ha ido exigiendo. Para la presente investigación, se tomará en cuenta las ocho diferentes generaciones de sistemas adhesivos que existen hoy en día, donde, a través de una metodología analítico descriptiva y la revisión bibliográfica de diferentes artículos científicos, se dará a conocer las ventajas, desventajas, aplicaciones clínicas, componentes y mecanismos de acción que presentan cada una de estas generaciones, y una comparativa de las mismas, a fin de servir como una guía para el lector interesado en el tema. Los resultados nos demuestran que las tres primeras generaciones de sistemas adhesivos son las que más desventajas presentan y tienen limitados usos clínicos, a partir de la cuarta generación, los adhesivos cuentan con varios usos, pudiéndose unir a composites, cerámicas y metales y, cuentan con ventajas que facilitan la práctica clínica. Finalmente, se deduce que cada generación cuenta con un mecanismo de unión propio, a excepción de la octava generación conocida como adhesivos universales, que se pueden usar con más de un mecanismo.

Palabras clave: Sistemas adhesivos, evolución, generaciones

Abstract.

Based on the studies conducted by Buonocore in 1955 with the use of phosphoric acid to condition dental enamel, adhesive dentistry had its origin and taking this moment as a starting point, and taking this moment as a starting point, adhesive systems have evolved in order to satisfy the new needs that the dental community has been demanding of them. For the present investigation, the eight different generations of adhesive systems that exist nowadays will be taken into account, where, through a descriptive analytical methodology and the bibliographic review of different scientific articles, the advantages, disadvantages, clinical applications, components and mechanisms of action presented by each of these generations will be announced, as well as a comparative of them, in order to serve as a guide for the reader interested in the subject. The results show that the first three generations of adhesive systems have the most disadvantages and have limited clinical uses, from the fourth generation onwards, the adhesives have several uses, being able to bond composites, ceramics and metals, and have advantages that facilitate clinical practice. Finally, it is deduced that each generation has its own union mechanism, except for the eighth generation known as universal adhesives, which can be used with more than one mechanism.

Keywords: *Adhesive systems, evolution, generations.*

3. Introducción

Desde los inicios de la Odontología adhesiva, que tuvo como punto de partida las investigaciones de Buonocore sobre el uso del ácido ortofosfórico para acondicionar la superficie del esmalte y convertirlo en un sustrato más ideal para conseguir adhesión, los sistemas adhesivos no han hecho nada más que evolucionar, gracias a los avances tecnológicos, la demanda por parte de la comunidad odontológica y la necesidad de mejorar aspectos clínicos importantes como lo es reducir los tiempos clínicos y simplificar los procesos.

Para entender de mejor manera cada una de las generaciones existentes, es necesario conocer los orígenes de la odontología adhesiva, siendo la principal razón de su creación, el desgaste excesivo que se hacía en las preparaciones cavitarias previas al uso de los sistemas adhesivos. De igual forma, es relevante, conocer los fundamentos de la adhesión propiamente dicha, su concepto y los tipos de adhesión usados dentro de la odontología.

Además, es importante conocer las características histológicas de los principales tejidos del diente, los cuales intervienen en los procesos cariosos y que posteriormente serán restauradores con el uso de estos sistemas adhesivos, como lo son, el esmalte y la dentina, que, por sus características únicas, deberán ser tratados de distintas formas con el fin de convertirlos a ambos, en tejidos óptimos para conseguir adhesión.

Hoy en día existen un sinnúmero de opciones a la hora de elegir un sistema adhesivo, por lo que es suma importancia el conocer como ha sido la evolución de estos sistemas, identificar las características de cada generación, los mecanismos de acción que usa cada uno para adherirse a las distintas partes del diente, así como las situaciones clínicas en las que pueden ser útiles cada una de las generaciones que han salido hasta la actualidad.

De esta forma, el presente documento está compuesto en tres capítulos, donde el primero de ellos expone sobre la odontología adhesiva, sus orígenes y los fundamentos de la adhesión; el segundo trata sobre la histología de los tejidos dentinarios, como esmalte y dentina; y finalmente el ultimo capítulo tratará sobre las distintas generaciones de sistemas adhesivos. La investigación continuara con una interpretación y análisis comparativos entre ventajas y desventajas, situaciones clínicas y mecanismos de unión de las diferentes generaciones de sistemas adhesivos. Finalmente se discutirán los resultados, se darán a conocer las conclusiones, dando cumplimiento a los objetivos planteados y sus respectivas recomendaciones.

4. Marco teórico

4.1. Odontología Adhesiva

En la actualidad, uno de los puntos clave que existe para el éxito de la odontología restauradora, es el uso de los sistemas adhesivos, ya que estos nos permiten conseguir una adhesión real entre los materiales restauradores y la superficie del diente, consiguiendo de esta manera, una retención e integridad óptimas de las piezas restauradas. Miranda (2021)

La aparición de los sistemas adhesivos marco un antes y un después en la práctica clínica de la odontología, y actualmente, se hace impensable el poder realizar la profesión odontológica sin la ayuda de estos.

El desarrollo de estos sistemas adhesivos permitió un avance sin precedentes dentro de la práctica odontológica, pues antes de su creación, no existía ningún medio por el cual obtener una adhesión real, y con el fin de obtener una buena retención, se realizaban cavidades sumamente agresivas sobre el diente, y se perdía una gran cantidad de tejido dental sano para lograr retención a través de estos medios físicos. Para Carillo (2018) la aparición de la odontología adhesiva, tuvo un gran impacto y provocó cambios significativos dentro de los tratamientos clínicos, y cambio para siempre varios conceptos tradicionales que se tenía acerca de los tratamientos restauradores.

Todo esto cambio con la aparición y desarrollo de la odontología adhesiva, ya que gracias a esta técnica revolucionaria hubo una gran modificación de los conceptos de preparación cavitaria, debido a que ya no era necesaria un desgaste excesivo del sustrato dental para conseguir una buena retención, sino que la unión se consigue a través de enlaces químicos, conservando de esta manera la mayor parte posible de estructura dental sana. (Berrios , 2014)

Por estas razones, es muy importante que todo odontólogo, estudiante de Odontología, o cualquier persona que se pueda ver inmiscuida en esta área de estudio, debe de conocer cuál es el mecanismo de acción de cada una de las distintas generaciones de sistemas adhesivos que se han desarrollado hasta la actualidad, en que situaciones se pueden aplicar, los diversos usos que le podemos dar, que ventajas clínicas nos pueden aportar, las diferencias entre cada una de estas, entre otros aspectos.

Para Hayashi (2020), la enseñanza del origen y la evolución de la odontología adhesiva es un tema complejo y difícil de enseñar de manera objetiva, y que muchas Escuelas

Odontológicas o Universidades se toman el tiempo de hacerlo. Además, resalta la importancia que tiene la comprensión adecuada de la adhesión dentro de la odontología, y los resultados clínicos que le aporta al clínico el dominar esa rama.

Además, es muy importante conocer cómo fue que el origen de estos sistemas adhesivos, y cómo fue que fueron evolucionando, creando así las distintas generaciones que conocemos de hoy.

4.1.1. Origen de la odontología adhesiva

Antes del uso de los sistemas adhesivos, la retención en los tratamientos restauradores se la conseguía a través de la preparación de diseños cavitarios nada conservadores de la superficie dental, ya que el material restaurador no tenía una unión real con el diente, por lo que se debían crear ranuras y socavados para poder conseguir una adhesión física macromecánica entre estos.

La creación de la odontología adhesiva se remonta a tan sola unas décadas atrás, para ser más exactos, debemos remontarnos al año de 1951, donde según Sebold et al. (2021) uno de los puntos de partida para el desarrollo del enfoque revolucionario de la adhesión a la estructura dentaria, fue por parte del químico suizo Oscar Hagger, quien en ese entonces, era un trabajador de la empresa DeTrey/Amalgamated Dental Company, y que fue el creador del primer agente adhesivo, el cual salió al mercado con el nombre de “Sevitron cavity seal” y que se componía por dimetacrilato del ácido glicofosfórico. Este adhesivo era capaz de interactuar químicamente sobre la superficie dental, penetrarlo y podía formar enlaces químicos entre el diente y la restauración.

A pesar de que Hagger fue el pionero y precursor en la aparición de la odontología adhesiva, el que cambiaría para siempre y se convertiría en el punto de partida para la creación de los sistemas adhesivos fue Michael Buonocore, quien, en 1955, publica su investigación acerca del uso del ácido ortofosfórico y su capacidad del alterar químicamente la superficie del esmalte, para convertir este tejido que en condiciones normales posee muy poca o ninguna capacidad adhesiva, en una superficie adecuada para la unión. Carillo (2018) explica que las diversas investigaciones que realizó Buonocore, le permitieron deducir que un grabado ácido del esmalte con ácido ortofosfórico en concentraciones de 85% durante 1 minuto o más sobre el esmalte permitía conseguir una desmineralización de su superficie.

El grabado ácido del esmalte, va a cortar los prismas del esmalte transversalmente o verticalmente, formando de esta forma un patrón de micro retención, el cuál será diferente según la parte del diente donde se encuentre, esto debido a la disposición de los prismas del esmalte. El acondicionamiento ácido de la superficie del esmalte, lo va a dejar listo, para poder ser penetrado posteriormente por una resina o algún otro material de restauración (Hamdy, 2018)

Con esta investigación como punto de partida, el siguiente paso a conseguir era la creación de un material restaurador que se complementará de buena manera con este nuevo concepto de adhesión, esto debido a que los materiales usados en ese tiempo, presentan como uno de sus principales inconvenientes un alto grado de contracción. Y así en los principios de los años 60, Rafael Bowen trae la solución de este problema, con la creación de la “resina de Bowen” un material capaz de adherirse al diente que tuvo un grabado ácido previo. Cómo lo menciona Carillo (2018) esta resina de Bowen se encuentra compuesta por Bis GMA, que se forma a partir de la unión de un bisfenol y un metacrilato de glicidilo, y se convirtió en la base de los materiales poliméricos capaces de adherirse a la superficie del esmalte.

Para 1965, de la mano de Bowen, aparece al mercado el primer adhesivo comercial con el nombre de “Sevitron” de la SS White que se encontraba compuesta por una molécula NPG-GMA (Nfenilglicina- glicidil Metacrilato). Según Hayashi (2020) este adhesivo poseía un carácter bifuncional, pues el extremo del metacrilato se une al material restaurador y el otro extremo se une a la dentina. Sin embargo, tras varios años en el mercado, se mostró un alto porcentaje de fallos, que tenían lugar solo algunos meses luego de su uso.

Los intentos por seguir desarrollando adhesivos con uniones más fuertes a esmalte eran evidentes, pero era indispensable tomar en cuenta el otro tejido dental que tiene bastante presencia en las lesiones cariosas, como lo es la dentina, el cual, al tener propiedades muy diferentes al esmalte, se necesitaban otro tipo de mecanismo de adhesión para poder conseguir retención en dentina. Carillo, (2018) expone que Buonocore desde el inicio de su investigación ya tenía en cuenta que la adhesión a dentina era posible, y que la única forma de conseguir tratamientos restaurativos óptimos, de debía conseguir una unión a dentina igual de fuerte que la que se conseguía en esmalte. A partir de esa idea, se empezaron a desarrollar adhesivos con una mayor fuerza de unión con este tejido.

Para Froehlich et al. (2021) la evolución de los sistemas adhesivos, ha estado enfocada principalmente a la mejora de dos aspectos, uno de ellos, en mejorar y buscar la mejor fuerza

de adhesión al diente, y el segundo, la simplificación del proceso. Sumado a estos dos aspectos, cada nuevo sistema adhesivo debía satisfacer la demanda de mejores características, y solucionar los problemas frecuentes de cada generación.

Además, es importante recalcar lo dicho por Chauhan et al. (2020), que la evolución de cada sistema adhesivo, implicaba cambios en el mecanismo de unión, química, técnica de aplicación, número de pasos que se deben aplicar y efectividad clínica.

4.1.2. Fundamentos de la adhesión dental

Desde los primeros intentos de adhesión por parte de Buonocore, se creó una revolución dentro de la odontología, y cada vez se creaban y empleaban más técnicas adhesivas. Por lo que es importante en primer lugar, el definir que es adhesión, dentro de la odontología, adhesión es la unión entre dos cuerpos, uno de ellos la estructura dental, y el otro de ellos será el biomaterial a usar como material de obturación, esto con el objetivo de obtener la formación de un solo cuerpo compacto. Para Berrios (2014) la adhesión es la zona de interfaz entre el diente y el material de restauración que se forma al unir estas dos estructuras durante un proceso restaurativo. La obtención de este tipo de adhesión es fundamental hoy en día, pues el propósito final de un proceso restaurativo es la obtención de una restauración que no se separe del diente y se mantenga firme a esté.

A lo largo de la odontología restauradora, la adhesión ha podido conseguirse principalmente a través de dos formas, una de estas se consigue mediante el uso de medios físicos, donde las partes que deben unirse, lo hacen por medio de trabas mecánicas. Barrancos (2015) clasifica este tipo de adhesión en: macromecánica; que es usada en restauraciones que no se pueden adherir a la estructura dental y necesitan diseños cavitarios macroscópicos que sirvan como trabas mecánicas para poder lograr retención; y micromecánica, que se usa en sustratos que tiene una capacidad para contacto, pero que no tengan, afinidad química, para conseguirla se necesitan trabas micromecánicas, que se consiguen mediante patrones de grabado ácido.

La adhesión mecánica en muchos casos incluso podemos verla con nuestros propios ojos, ya que se necesitan preparaciones extensas para conseguir una buena retención, un claro ejemplo de este tipo de unión, son las preparaciones cavitarias que se necesitan para la colocación de una amalgama, pues se necesita diseños cavitarios extensos, incluso se

necesitan desgastar tejido sano para diseñar paredes que logren retener este material al momento que se cristalice. Además, en estas preparaciones, se solía practicar el concepto de “extensión por prevención” que fue propuesto por Black, y que consiste en la extensión de la cavidad más allá de la lesión cariosa, porque se creía que de esta manera se evitaba la recidiva de la lesión cariosa, lo que todo en conjunto, suponía un desgaste excesivo y nada conservador de la estructura dental.

La otra forma de adhesión, química o específica, se aplica en sustratos que sean químicamente compatibles y se consigue a través de enlaces químicos primarios (unión a nivel atómico) como lo son: iónicos, covalente y metálicos; y también por medio de enlaces secundarios (unión molecular). Este tipo de adhesión puede ser capaz de fijar de manera permanente una restauración a la estructura del diente. (Sezinando, 2014)

Algo muy importante que se debe tener en cuenta, son los diferentes tejidos que poseen las piezas dentales, pues, la adhesión al esmalte, es completamente diferente a la de la dentina, debido a que son tejidos sumamente diferentes, y con características distintas, por lo cual la forma para conseguir adhesión varía. Se considera más difícil conseguir adhesión en la dentina, por las características propias de este tejido, y Mandri et al. (2015) menciona que otra dificultad para la unión a este tejido, es la fuerza de unión requerida para su adhesión, deberá de ser de 17 MPa o superior.

Teniendo ya en claro el concepto de adhesión, y los tipos principales de adhesión que han usado dentro de la odontología, otro de los términos que debemos conocer es la de los sistemas adhesivos, que según Barrancos (2015) lo denomina como: “El conjunto de componentes que se emplean para generar adhesión entre las resinas compuestas y las estructuras dentarias”.

Además, hay una serie de aspectos de los cuales depende el éxito de los diferentes sistemas adhesivos, como señalan Filho et al. (2014) están son: un buen manejo del sistema en la práctica clínica, una reacción química correcta, correcto manejo de los adhesivos y conocimiento de las estructuras anatómicas del diente.

Se puede considerar a los sistemas adhesivos como una herramienta fundamental e indispensable en la práctica odontológica, ya que nos permiten conseguir la adhesión necesaria que necesita un proceso restaurador, y para conseguirla deben ser capaces de soportar la fuerza de contracción ejercida por los materiales restauradores y también la fuerza

masticatoria que recae sobre las mismas, y la cual suele variar de acuerdo al lugar de la cavidad oral donde se encuentre, y de la fuerza masticatoria que se aplique.

En caso de que un sistema adhesivo no se aplique correctamente o haya tenido una mala manipulación puede ocurrir una serie de fallos, que como señala Pérez (2022) estos son: aparición de microfiltraciones, presencia de sensibilidad postoperatoria, caries recidivante, fracasos de la restauración y alteraciones a nivel pulpar.

4.2. Histología de los tejidos dentinarios

Desde el punto de vista de la adhesión, los diferentes tejidos dentarios se comportan de manera diferente debido a su diferente composición y estructura. Para Berrios (2014) es importante e indispensable describir y conocer las características de los sustratos dentarios que se ven afectados en una mayor medida cuando se presenta una lesión cariosa en el diente, los cuales serían, el esmalte y la dentina.

Histológicamente, estos tejidos que conforman la parte mineralizada de diente, son muy distintos uno del otro, pues al poseer una composición tan diferente uno del otro, el mecanismo para conseguir adhesión varía en gran medida, y para comprender de mejor manera el cómo se logra conseguir la adhesión en estos tejidos, debemos conocer cómo están compuestos y que características presentan, a fin de conocer el mecanismo mediante el cual, los biomateriales dentales, se logran adherir a estos tejidos.

4.2.1. Esmalte dental

El esmalte dental es un tejido que deriva del ectodermo y está compuesto en su mayor parte (96% aproximadamente) por una estructura sólida y cristalina conocida como hidroxiapatita, y el resto de su composición, se encuentra conformada por agua en un porcentaje de 3% y un 1% de materia orgánica. (Sezinando, 2014)

Su parte mineralizada está conformada por ejes de hidroxiapatita de pequeño tamaño, los cuales, al unirse, forman estructuras similares a fibras, que toman el nombre de prismas de esmalte, y tiene un diámetro aproximado de 4 a 8 μm , y se extienden desde la unión amelodentinaria hasta la superficie oclusal del diente. Estos prismas del esmalte van a estar unidos a través de una delgada capa de material orgánico que tiene como base proteína.

Por esta composición, el esmalte va presentar algunas características que la hacen diferenciarse de la dentina, Berrios (2014) afirma que: “será un tejido micro- cristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de extrema dureza, cuya característica fundamental es su única forma de reaccionar ante cualquier injuria física, química y biológica, que es con pérdida de sustancia”.

Por su estructura rica en materia inorgánica y mineralizada, va a conformar un cuerpo sólido y con una alta energía superficial, y al poseer una muy baja cantidad de agua en su composición hace que su proceso de lavado y secado en un proceso restaurativo sea fácil de realizar. También, algo importante de destacar del esmalte dental, es que no tiene forma de regenerarse en caso de presentar una pérdida de su estructura, aunque si tiene la posibilidad de remineralizarse. (Sezinando, 2014)

La adhesión al esmalte es un proceso que se ha estudiado bastante, por lo que fácil de reproducir y de aplicar, y se base principalmente en el tratamiento químico del esmalte, que nos ayuda a aumentar el grado de adhesión entre el esmalte tratado y el material de restauración a usar. Una de las técnicas más usadas en los tratamientos restauradores, es el acondicionamiento con ácido ortofosfórico, propuesto por Buonocore, la cual permitió un desarrollo sin precedentes en los procesos restauradores.

Al aplicar una solución ácida sobre la superficie del esmalte, está se desmineraliza, disolviendo la materia inorgánica del esmalte, formando como resultado microporosidades sobre su superficie, los cuales al ser impregnados por la resina o algún otro material de restauración, forman los conocidos “tags de resina”, lo que da lugar a una unión a esmalte en mayor medida micromecánica. (Sofan et al., 2017)

Las investigaciones pioneras de Michael Buonocore sugerían que para obtener un buen acondicionamiento ácido sobre la superficie del esmalte dental se lo debía exponer con el ácido ortofosfórico en una concentración del 85% durante aproximadamente un minuto o un poco más de tiempo. No obstante, estudios posteriores demostraron que se podría obtener resultados similares a los obtenidos inicialmente por Buonocore, reduciendo tanto la concentración del ácido entre 37 y 50%, como el tiempo de grabado en tiempos de exposición de unos 20 a 30 segundos. (Carillo, 2018)

En otros estudios e investigaciones realizadas por Buonocore y colaboradores, demostraron que concentraciones menores a 30% del ácido ortofosfórico aplicadas sobre la

superficie del esmalte, no daban resultados clínicos aceptables, y no servían como agentes grabadores eficientes. Gracias a estas investigaciones, las concentraciones recomendadas para el uso del ácido ortofosfórico como agente grabador, se establecieron en un rango de 35 a 37%, y permitían un buen acondicionamiento del esmalte.

4.2.2. Dentina

La dentina es un tejido derivado del ectodermo, que se forma a través de la secreción de los odontoblastos, en su composición podemos encontrar un 70% aproximadamente de material inorgánico, principalmente por cristales de hidroxiapatita, un 18% de componente orgánico conformado por fibras colágenas, en su mayoría las de tipo 1, y finalmente por un 12% de agua. (Sezinando, 2014)

La estructura interna de la dentina, se encuentra conformada por túbulos dentinarios los cuales están dispuestos desde la unión esmalte-dentina hasta el inicio de la cámara pulpar. Estos túbulos se encuentran conformados, por una capa matriz que rodea toda la periferia del túbulo, que se conoce como dentina peritubular, la cual aloja en su interior a la dentina intertubular, y dentro de estos túbulos están presentes las prolongaciones de los procesos odontoblásticos provenientes de la pulpa dental.

La disposición de estos túbulos es diferente según la región del diente, en la unión amelodentinaria, estos túbulos se encuentran más separados uno de otro y tiene un menor diámetro, en cambio, cuando se encuentren más cercanos a la pulpa, presentan un mayor diámetro y se encuentran más unidos. (Garrofé et al., 2014)

Sumado a esta disposición de los túbulos dentinarios, es importante tener en cuenta, desde el punto de vista de la adhesión, que la dentina más superficial, es decir la que se encuentra más cerca de la unión esmalte-dentina y donde hay una menor cantidad de túbulos dentinarios, existe una menor cantidad de agua y una mayor presencia de fibras colágenas. Mientras tanto, en la dentina más profunda, y más cercana a la pulpa, el nivel de agua aumenta, y hay una menor cantidad de fibras colágenas.

La adhesión a dentina se ha considerado un reto desde el inicio de la odontología adhesiva, pues por su composición, el obtener una buena retención en este tejido del diente, es un proceso muy difícil de obtener. Ramos et al. (2015) sostiene que la adhesión a dentina es

inestable por las características mencionadas anteriormente, lo cual resulta en una adhesión inadecuada de no seguir el protocolo correctamente.

El desarrollo de los sistemas adhesivos, siempre se ha visto inclinado a obtener una mejor adhesión sobre dentina, ya que la adhesión al esmalte, ya es un proceso fácil de conseguir y es bastante entendido por parte de los desarrolladores de estos sistemas. El obtener una adhesión a dentina, aporta muchas ventajas clínicas, como lo sería unas preparaciones cavitarias más conservadoras, y, por ende, una menor remoción de tejido dental.

En comparación con el esmalte, la dentina es más húmeda y menos dura, y posee baja fuerzas intermoleculares y baja energía superficial. Además, una de las principales diferencias se da en el proceso de lavado y secado, pues, debido a la composición de la dentina, la técnica de grabado y lavado en este tejido debe ser realizado con una técnica altamente sensible, eso debido a que el posterior secado de la dentina, podría colapsar la red de colágeno provocando fallos en la adhesión. Para Barrancos (2015) otro inconveniente, de que la dentina sea un tejido húmedo, es que al querer adherirlo con materiales hidrófobos como lo son las resinas convencionales, se requiere de un técnica sensible y compleja.

Es importante conocer, que la dentina posee el barrillo dentinario, que es un contenido orgánico, formado principalmente por hidroxiapatita y colágeno desnaturalizado. Además, la densidad de los túbulos dentinarios varía con la profundidad de la dentina y, al igual que el contenido de agua de la dentina, es más bajo en la dentina superficial y más alto en la dentina profunda.

El barrillo dentinario se comporta como una verdadera barrera física, reduciendo la permeabilidad dentinaria en un 86%. No obstante, esta barrera es permeable gracias los canales submicrónicos que permiten el flujo del líquido dentinario. (Sezinando, 2014)

Para remover esta capa superficial o barrillo dentinario, se usa el grabado ácido sobre la superficie dentinaria, lo cual también va a acondicionar la capa superficial de la misma, lo que va a remover parte del contenido inorgánico, y va a exponer la malla de colágeno, aumentando de esta manera, la permeabilidad de los túbulos dentinarios, los cuales ya podrán ser infiltrados con el sistema adhesivo.

Una vez removido el barrillo dentinario, la adhesión a la dentina se dará a través de un proceso en donde los minerales removidos por acción del acondicionamiento ácido sobre la dentina, se intercambian por monómeros de resina, los cuales se impregnan entre estas porosidades y crean un cierre micromecánico. Esta unión se conoce con el nombre de hibridación o formación de la capa híbrida, y fue descrito por primera vez por Nakabayashi. (Berrios , 2014)

4.3. Clasificación de los sistemas adhesivos

A lo largo de los años, ha habido numerosas clasificaciones de los sistemas adhesivos como, por ejemplo, según el número de pasos clínicos, dentro de los cuales se encuentran los sistemas adhesivos de uno, de dos y de tres pasos clínicos. Otra clasificación que se puede considerar es la basada en el mecanismo de adhesión, en esta clasificación se contempla los sistemas adhesivos de grabado y lavado, los sistemas adhesivos autograbadores y adhesivos de ionómero de vidrio modificados con resina (Parra & Garzón, 2012)

Aunque estas clasificaciones ayudan a englobar de buena manera los diversos sistemas adhesivos, existe otra clasificación que se usa más comúnmente dentro del ámbito odontológico, y es según el tratamiento que se le da a la dentina y la cronología de aparición de estos sistemas al mercado, y está va a clasificarse por generaciones.

Cada nueva generación que se ha desarrollado, busca solucionar los problemas presentados en su antecesora, además, intenta mejorar aspectos clínicos importantes, como la reducción del tiempo clínico, del número de pasos, del número de componentes a usar y también busca ofrecer una mejor adhesión y así obtener una unión más fuerte. (Freedman et al., 2019)

Debido a que cada una de las generaciones, presentan diferentes características, usos, aplicaciones, mecanismos y componentes, es importante conocer cada uno de estos sistemas, y saber porque está compuesto cada una de las generaciones, y en que situaciones podrá ser mejor uno en comparación con otro.

4.3.1. Primera Generación

El inicio de la primera generación de los sistemas adhesivos tiene como punto de partida, el estudio publicado de Michael Buonocore en 1956, donde propone el uso del ácido ortofosfórico al 85% aplicado sobre el diente para mejorar la retención de las resinas acrílicas. Esta nueva forma de conseguir adhesión fue uno de los cambios más revolucionarios en la odontología, pues ya no era necesario el desgaste excesivo de los dientes para tener una buena retención.

Para Bedran et al. (2017) el acondicionamiento ácido sobre el esmalte, provoca cambios estructurales que dejan a este sustrato en condiciones óptimas para poder ser infiltrado por un material de restauración, como una resina, y generaba los denominados “tags de resina” que se incrustaban en los microporos formados en la superficie del esmalte por acción del grabado ácido.

La primera generación se destacó principalmente por una adhesión a esmalte bastante buena, pero una muy pobre unión a dentina, y estos valores disminuían aún más, cuando había contacto con el agua. Sumado a este problema, los materiales restauradores de la época tampoco ayudaban mucho, y aunque hubo intentos por mejorar la adhesión con la creación de otros materiales restauradores, no hubo mejoras significativas.

La primera generación de sistemas adhesivos estaba constituida por resinas hidrofóbicas y grupos metacrilato. Se hizo uso de dimetacrilatos de ácido glicerofosfórico (GMDP), los cuales fueron desarrollados por Buonocore y colaboradores en 1956, y con los que se pudo mejorar la unión de las resinas de la época al diente. (Parra & Garzón, 2012)

4.3.1.1. Mecanismo de unión

El mecanismo de acción de los primeros adhesivos tenía como primer paso el grabado ácido del esmalte, el cual una vez acondicionando, el material de restauración que se usaba para impregnar en la superficie del esmalte, era una resina que contenía una molécula bifuncional, cuyos iones se unían al calcio de la hidroxiapatita. No obstante, tenía una gran desventaja, que, al entrar en contacto con agua, la adhesión se veía reducida drásticamente. (Sofan et al., 2017)

Para solucionar este problema, Bowen en 1965 desarrolla un adhesivo dentinario, que contiene NPG-GMA (Nfenilglicina- glicidil Metacrilato), una molécula de carácter bifuncional, que servía de agente de acoplamiento, pues uno de los extremos de metacrilato se unía al material de restauración y el otro extremo se unía al sustrato dental.

Sin embargo, a pesar de todos estos desarrollos, la primera generación no cumplió con las expectativas deseadas por la comunidad odontológica de la época, pues terminó teniendo muy malos resultados clínicos, razón por la que su vida útil fue muy escasa, y quedo en desuso actualmente.

4.3.1.2. Desventajas

La primera generación de sistemas adhesivos se puede considerar como todo un fracaso, esto debido a los pobres resultados clínicos que se obtuvieron con su uso. Esto fue provocado por una fuerza de unión a dentina muy pobre, de 2 a 3 MPa aproximadamente, sumado a una alta sensibilidad postoperatoria y un fracaso a mediano plazo en casi un 50% de los casos. (Poticny, 2013)

4.3.1.3. Usos y aplicaciones

Debido a la baja adhesión a dentina que presentaba esta generación, los principales usos y aplicaciones fue en cavidades de clases III de pequeño tamaño y retentivas y también en cavidades clases IV.

4.3.1.4. Resultados

- La primera generación presento resultados clínicos muy deficientes.
- Su fuerza de adhesión al esmalte era alta, sin embargo, sus fuerzas de unión a dentina tenían valores bajos, que iban en rango de 1 a 3 MPa.
- En las restauraciones posteriores que usaban estos sistemas adhesivos de primera generación presentaban una alta sensibilidad posoperatoria en la mayor parte de los casos.

- Era bastante común el fracaso de las restauraciones que usaban estos primeros sistemas adhesivos, más en aquellas donde estaba comprometida la dentina, debido había una unión casi inexistente a este tejido.

4.3.2. Segunda Generación

La segunda generación tuvo su origen en el final de la década de 1970 e inicios de 1980, y está buscada resolver los problemas presentados en la primera generación. Para ello el objetivo principal que se buscó, fue el de desarrollar mejores agentes de acoplamiento o de unión en los nuevos adhesivos, y para conseguirlo, se implementó nuevas moléculas de acoplamiento a las nuevas resinas. Freedman et al. (2019) sostiene que esta generación de adhesivos pretendían usar el barrillo dentinario de la dentina como sitio de unión entre el diente y los materiales de restauración, pues se creía que los grupos fosfatos podían crear una unión química a la dentina, gracias al calcio presente en el barrillo dentinario.

Esta generación de sistemas adhesivos consiguió resultados mucho mejores de adhesión, tanto en esmalte, como en dentina, en comparación con su antecesora, sin embargo, la unión a dentina seguía presentando valores de fuerza de unión bajos. Para Parra & Garzón (2012) estos valores de unión bajos provocan hidrolisis al entrar en contacto con la saliva y el medio oral, lo que conllevó al fracaso de las restauraciones y causando microfiltraciones. Esto llevó a que la estabilidad de estos sistemas adhesivos a largo plazo fuera complicada.

4.3.2.1. Mecanismo de unión

Esta generación propuso la incorporación de esteres halofosforados fotopolimerizables en las resinas Bis-GMA (creada por Bowen), con el objetivo establecer una adhesión mediante la reacción entre el fosfato del adhesivo y el calcio de la estructura dental.

El mecanismo de unión de la segunda generación de sistemas adhesivos tenía como objetivo de obtener adhesión a través de enlaces iónicos entre los grupos de calcio y clorofosfato, usando como sitio de unión el barrillo dentinario, la cual es una capa de residuos inorgánicos, que se forma sobre la dentina en el momento de su preparación con el uso de la turbina o micromotor. (Sofan et al., 2017)

En su mecanismo de acción, se debía considerar el efecto reblandecedor del barrillo dentinario, pues este sería considerado el sitio de unión, gracias al contenido de calcio que poseía esta barrera dentinaria, y por ende el responsable de la fuerza de unión de estos sistemas adhesivos.

4.3.2.2. Desventajas

Estos sistemas adhesivos dieron resultados de adhesión mucho mejores que los obtenidos en la primera generación. Sin embargo, su uso en el tiempo no fue el esperado, lo que limitó mucho la vida útil de estos sistemas adhesivos.

El fracaso de estos sistemas adhesivos fue provocado por la débil unión que tenían los enlaces iónicos del fosfato con el calcio en la dentina, los cuales no eran lo suficientemente fuertes para resistir la hidrólisis que se producía al entrar en contacto con el agua. Esta hidrólisis se veía iniciada por el contacto con la saliva o por la humedad de la misma dentina. (Sofan et al., 2017)

Otros factores que llevaron al fracaso de estos adhesivos fueron la disociación del fosfato, el reblandecimiento y separación del barrillo dentinario y la microfiltración de las restauraciones debido a la hidrólisis antes mencionada.

4.3.2.3. Resultados

- A pesar de la mejora en la adhesión tanto en esmalte como en dentina, la longevidad de los procesos restaurativos que usaban los sistemas de segunda generación, fue bastante pobre, esto puede ser explicado por la disociación de los enlaces de fosfato provocada por el contacto de la saliva o la humedad propia de la dentina, que causaba microfiltración y despegamiento de las resinas del diente.
- Los valores de unión al esmalte aumentaron hasta casi el doble, en relación al adhesivo dentinario de la anterior generación.
- La adhesión a dentina rondaba entre los 2 a 8 MPa.
- Las restauraciones en dientes posteriores aún presentaban dolor postoperatorio considerable.

4.3.3. Tercera Generación

La tercera generación estuvo presente en la década de 1980, con la aparición del primer sistema de doble componente, que son el primer y el adhesivo, además, fue la primera generación la cual no solo conseguía adhesión al esmalte y a la dentina, sino, también al cemento dental, a metales y a las cerámicas dentales. (Freedman et al., 2017)

A diferencia de las anteriores dos generaciones, estos sistemas adhesivos introdujeron un cambio significativo, el cual es el grabado ácido parcial en dentina, el cual se realizaba con el fin de modificar o remover el barrillo dentinario. Y de acuerdo con Sofan et al. (2017) este acondicionamiento, se lo realizaba con el fin de aumentar la permeabilidad de la dentina, y con ello conseguir una mejor adhesión en este sustrato del diente, logrando de esta manera, unos mayores valores en la fuerza de unión a la dentina en comparación con las generaciones pasadas.

Con el acondicionamiento de la dentina, la fuerza de unión a este tejido aumento en 8 a 15 MPa, sin embargo, a pesar de estas mejoras, la adhesión a este tejido no era la adecuada, y la presencia de microfiltraciones y dolor postoperatorio seguía siendo frecuente. Por lo cual la mejora de los sistemas adhesivos iba enfocada a la mejora en las fuerzas de unión a dentina.

4.3.3.1. Componentes y número de pasos

La tercera generación contaba con los siguientes componentes:

- Agente grabador
- Primer
- Adhesivo

Con respecto al número de pasos, Sofan et al. (2017) describe que esta generación contó con 3 pasos, el primero siendo el grabado selectivo en esmalte, y de la dentina, modificando el barrillo dentinario, seguido del lavado y secado de la cavidad, luego la aplicación del primer, y finalmente la colocación del material restaurador.

4.3.3.2. Mecanismo de unión

El mecanismo de unión de esta generación, se realiza usando la técnica de grabado selectivo, el cual comienza con un acondicionamiento ácido del esmalte con ácido ortofosfórico al 37% en esmalte, y un grabado parcial de la dentina, con lo que se conseguía modificar parcialmente la capa de barrillo dentinario, con el fin de aumentar la permeabilidad de los túbulos dentinarios. Según Sebold et al. (2021) las sustancias ácidas que se aplicaban para acondicionar la dentina, eran soluciones que contienen HEMA, ácidos orgánicos, ácido cítrico al 10%, oxalato de aluminio mezclado con ácido nítrico, entre otros.

Luego se debía realizar un lavado de la preparación dental y posterior secado, dejando al diente listo para poder aplicar la imprimación. Según Parra & Garzón (2012) los primers son compuestos con monómeros bifuncionales, que poseen un extremo hidrofílico que actúa sobre el barrillo dentinario, modificándolo y preparándolo para la adhesión y su otro extremo hidrófobo, que permite el transporte de los monómeros adhesivos a un tejido con relativa húmeda como lo es la dentina, lo que permitía una fuerza de unión mayor a este tejido.

Una vez aplicado el primer, se continua con su fotocurado, y como último paso en la aplicación de este sistema adhesivo de tercera generación, será la aplicación del adhesivo, donde una vez eliminado sus solventes y se lo fotopolimerice, va a permitir la unión de la estructura dental con la resina compuesta con la que se va a restaurar.

4.3.3.3. Desventajas

Para Mendoza et al. (2020) las bajas fuerzas de unión a dentina que tenía la tercera generación, provocaban una mala unión de los materiales restauradores al sustrato dental, que resultaba en la aparición de microfiltraciones y como consecuencia, aparición de dolor postoperatorio en gran parte de los casos.

Otra desventaja bastante frecuente de estos adhesivos es la corta duración que tienen dentro de la cavidad, pues la retención adhesiva de las restauraciones que usaban estos sistemas, se reducía drásticamente luego de 3 años.

Algo que se debía tener en cuenta en los sistemas adhesivos de esta generación es que la resina no podía penetrar de manera efectiva la capa de barrillo dentinario parcialmente modificado. (Sofan et al., 2017)

4.3.3.4. Resultados

- La longevidad de las restauraciones que usaron estos sistemas de tercera generación se vio disminuida drásticamente luego de tres años, lo que reducía la vida útil de estos sistemas.
- Contaba con fuerzas de unión a esmalte aceptables.
- La fuerza de adhesión a dentina aumento en gran medida en comparación con la generación anterior, los valores iban de los 8 a 15 MPa.
- Al aumentar la adhesión a dentina, se redujo en cierta parte el dolor postoperatorio, sin embargo, todavía seguía siendo un problema frecuente.
- Los buenos resultados en cuanto a adhesión que aportó la modificación del barrillo dentinario, sentaron las bases para el desarrollo de la cuarta generación.

4.3.4. Cuarta Generación

La cuarta generación tuvo su aparición en los años 1990, y puede ser considerada como la primera generación con buenos resultados clínicos, y entre sus características más relevantes, es que fueron los primeros sistemas en conseguir eliminar por completo la capa de barrillo dentinario, y a pesar del tiempo de salida de estos sistemas, muchos lo consideran aún como el “Estándar de oro” en lo que ha fuerzas de adhesión a la estructura dental se refiere.

Otro aspecto que caracteriza a esta generación es el uso de la técnica de grabado total, que como señalan Joseph et al. (2013) es una técnica desarrollada por Fusayama y mediante la cual se grabará al mismo tiempo, tanto el esmalte como la dentina con una solución grabadora, previo a la aplicación del agente adhesivo.

Este grabado total va a aportar muchas ventajas desde el punto de vista de la adhesión, pues permitirá la eliminación del barrillo dentinario, provocando la exposición de la red de colágeno de la dentina, y provoca un aumento del área de unión superficial. Además, Mandri et al. (2015) plantea que este acondicionamiento de la superficie dentinaria, dejará la superficie porosa y lista para poder ser penetrada por los monómeros de resina, lo que ayuda en la formación de las interdigitaciones o tags de resina.

Sumado al grabado total, también se realiza una imprimación hidrófila sobre la dentina puede infiltrar la red de colágeno expuesta formando la capa híbrida. Todos estos procesos en

conjunto, permitieron que estos sistemas tengan unas grandes fuerzas de unión a esmalte y dentina, siendo incluso hasta el día de hoy, un punto de comparación con los sistemas adhesivos más modernos en este apartado.

4.3.4.1. Componentes y número de pasos

Los componentes principales de la cuarta generación son:

- Grabador (Ácido ortofosfórico al 35%)
- Primer
- Adhesivo

La cuarta generación se caracterizó por tener 3 pasos, los cuales son:

- I. Acondicionamiento ácido total (Lavado y secado)
- II. Aplicación del primer
- III. Aplicación del adhesivo

4.3.4.2. Mecanismo de unión

La cuarta generación se caracterizó por el uso de la técnica de grabado total, que como se mencionó anteriormente, se trata de un grabado simultáneo de esmalte y dentina al mismo tiempo con ácido fosfórico en concentración de 35% durante 15 a 20 segundos. Pasado este tiempo, se debe lavar la cavidad por el doble de tiempo, y se la debe secar, teniendo cuidado de no desecar la dentina, puesto que, como señalan Sebold et al. (2021) un secado excesivo de la dentina, podría provocar un colapso de la red de colágeno de este sustrato, y por ende afectar negativamente la adhesión, al no permitir una buena hibridación y la posterior penetración del agente adhesivo.

Luego del acondicionamiento, se realiza la aplicación del primer, el cual cumplirá la función principal de actuar sobre la dentina, la cual, al ser un tejido húmedo, aun no puede ser impregnado por el adhesivo, que es un agente hidrófobo. Es por eso, que, de acuerdo a lo dicho por Berrios (2014) los primers al contener monómeros anfifílicos, poseen un extremo hidrófilo, el cuál puede actuar sobre la dentina, penetrándola, y su otro extremo hidrófobo, puede interactuar con el agente adhesivo.

El primer al infiltrarse dentro de la red de colágena de la dentina, que fue expuesta en el acondicionamiento ácido, forma la capa híbrida, que permitirán altas fuerzas de unión, y una sellado dentinario. Finalmente, se procede a aplicar el adhesivo sobre esmalte y dentina, el cual va a permitir la unión de la resina compuesta tanto con esmalte como con dentina.

4.3.4.3. Desventajas

Una de las desventajas principales de los adhesivos de cuarto generación es su alto tiempo clínico que necesitan para poder ser aplicada, y debido al número de pasos y componentes de estos sistemas, puede resultar en confusiones durante el proceso de aplicación. Elmarakby et al. (2017) consideran que la principal desventaja de estos adhesivos es su técnica de aplicación compleja y sensible, esto debido a que se debía seguir una secuencia de varios pasos para poder usarse y cada paso debía ser realizado correctamente, lo que, en consecuencia, aumentaba los tiempos clínicos.

Todas estas desventajas, en conjunto con una mala aplicación del operador, suelen llevar a errores de la técnica, reduciendo la fuerza de adhesión final de estos sistemas. Miranda (2021) señala que, un error común que puede ocurrir al usar la técnica del grabado total, es la aparición de sensibilidad postoperatoria, que puede verse provocada por varios factores, como una aplicación excesiva de ácido ortofosfórico o un secado excesivo de la dentina al momento del lavado y secado, luego del acondicionamiento.

4.3.4.4. Ventajas

La cuarta generación se la considera como la primera generación de sistemas adhesivos con buenos resultados clínicos y con una duradera vida útil en boca, y es usada como punto de comparación en términos de adhesión con las generaciones más recientes.

Una de las ventajas más resaltantes de esta cuarta generación de sistemas adhesivos, es su excelente fuerza de unión tanto a dentina, como a esmalte, y según Mendoza et al. (2020) el uso correcto de estos adhesivos, da como resultado un historial clínico a largo plazo óptimo, además resalta la versatilidad que tienen estos adhesivos al ser útiles una gran cantidad de situaciones clínicas.

4.3.5. Quinta Generación

En mediados de la década de 1990, se desarrolla la quinta generación, la cual vino a dar solución a los problemas de la anterior generación, es decir, reducir el número de componentes a usar, y, por ende, el número de pasos. Esto permitió una reducción considerable del tiempo de trabajo.

La quinta generación de sistemas adhesivos usa el mismo mecanismo de unión que su antecesora, que se trata de la técnica de grabado total, por lo que se debe tener cuidado al momento del lavado y secado, de evitar el colapso de la red de colágeno. Ramos R. (2020) manifiesta que la diferencia principal de esta generación con su antecesora, es que está empieza a usar el sistema de un frasco, ya que se incorpora en un único frasco el primer y el adhesivo, lo que facilita la técnica de aplicación y reduce los posibles errores en la técnica al no requerir una mezcla.

Estos sistemas adhesivos mostraron altos niveles de fuerza de unión a dentina, aunque no consiguieron llegar a los valores obtenidos con los adhesivos de cuarta generación, no obstante, como señala Sebold et al. (2021) esos sistemas superaban los 20 MPa, lo que se significa un buen grado de adhesión, y que le permite soportar la contracción que sufren las resinas fotopolimerizables.

Estos adhesivos por sus características, permitieron realizar procesos restaurativos más eficientes y con un menor tiempo clínico, por lo que, al poco tiempo de su salida al mercado, ya tenía una gran demanda.

4.3.5.1. Componentes y número de pasos

Los componentes principales de la cuarta generación son:

- Agente grabador (Ácido ortofosfórico al 35%)
- Segundo componente (Primer + Adhesivo)

La cuarta generación se caracterizó por tener 2 pasos, los cuales son:

- I. Acondicionamiento ácido total (Lavado y secado)
- II. Aplicación del primer + adhesivo

4.3.5.2. Mecanismo de unión

El mecanismo de unión usado por los adhesivos de quinta generación es el mismo que se usaba por los adhesivos de la generación pasada, es decir, que hace uso de la técnica de grabado total, pero se diferencia de esta última, que para su aplicación se requiere de un menor número de componentes, al incluir en un único frasco, el primer y el adhesivo en conjunto. Esto se traduce clínicamente, en una gran reducción en el tiempo de uso de estos adhesivos.

Para Filho et al. (2014) el proceso de aplicación de estos sistemas, inicia con la aplicación del ácido ortofosfórico al 37% sobre esmalte y dentina, seguido de un lavado con agua, y posterior secado, para dejar la superficie del diente como un área óptima para la adhesión. Finalmente, se aplica la solución del segundo bote, que contiene el primer y el adhesivo combinados sobre ambos sustratos del diente. Una vez aplicado ambos componentes, el esmalte y la dentina ya se encuentran listos para poder ser impregnados por el material de restauración.

4.3.5.3. Usos y aplicaciones

Por su alta versatilidad y buenos valores de unión con el esmalte, la dentina y el cemento, además que son compatibles con metales, por esta razón, estos sistemas adhesivos son indicados para todos los procedimientos dentales, no obstante, Freedman et al. (2019) resalta la nula compatibilidad de estos adhesivos en aquellos tratamientos que requieran el uso de los cementos resinosos y resinas de autocurado.

4.3.5.4. Desventajas

Los sistemas adhesivos de quinta son más propensos a la degradación del agua en comparación con la cuarta generación.

Una desventaja de que estos adhesivos sean un sistema monocomponente, al combinar el primer con el agente adhesivo, es la eliminación del paso de la imprimación, que se usaba en la generación anterior, y que permitía la hibridación, y de acuerdo con Mandri et al. (2015) esto suceso provoca, que se requiera el uso de una técnica de aplicación húmeda al momento

de usar estos sistemas para poder superar este obstáculo, ya que permite evitar el colapso de las mallas de colágeno presentes en la dentina.

Algunos sistemas de quinta generación no son compatibles con materiales duales y sistemas autopolimerizables.

4.3.5.5. Ventajas

Una de las ventajas más resaltantes de los adhesivos de quinta generación, como señala Miranda (2021) se trata de la optimización en el tiempo de aplicación del sistema, gracias a la incorporación del primer y el adhesivo en un solo frasco, pues se reducen el número de pasos clínicos, y, por ende, una disminución de los tiempos clínicos.

Los sistemas de quinta generación mostraron valores de unión a dentina de 20 a 25 MPa, ligeramente menores a lo conseguido con la generación pasado, pero se mantienen unos valores aceptables en lo que adhesión a tejidos dentales se refiere, por lo que se consideran como una excelente opción.

Esta quinta generación cuenta con un amplio número de usos, y se adapta a la mayoría de situaciones clínicas que se pueden presentar dentro de la práctica diaria. Además, Freedman et al. (2019) sostiene estos adhesivos son de fácil uso, y bastante predecibles, por lo en consecuencia, provocaba una menor presión del operador y minimiza los errores en la técnica de aplicación, además, considera que hubo una disminución en la sensibilidad postoperatoria con el uso de estos sistemas adhesivos,

Además, los casos de microfiltración también se vieron reducidos en comparación a generaciones pasadas, y hubo una reducción considerable de la sensibilidad postoperatoria.

4.3.6. Sexta Generación

A finales de la década de 1990 e inicios del 2000, sale a luz, la sexta generación de sistemas adhesivos, y trajeron consigo una nueva innovación y un gran avance dentro de la odontología adhesiva, que fue la creación de los “sistemas de autograbado”. El objetivo principal de esta generación fue enfocado en la simplificación de la aplicación clínica y reducción del tiempo de trabajo, además, buscada reducir la sensibilidad operatoria que se provocaba por los procesos de grabado total de las dos anteriores generaciones.

La característica principal de estos adhesivos de autograbado, era la reducción de pasos clínicos, eliminando el paso del grabado ácido, que según esto se conseguía empleando imprimadores de autograbado o componentes que unen imprimadores con agentes adhesivos

Para lograr dicho objetivo, en los adhesivos de sexta generación se mezcla en un solo frasco, el ácido acondicionador y el primer, y en otro frasco el adhesivo. La aplicación de este sistema se puede dar en dos pasos, o también puede ser aplicado en un único paso clínico.

Garrofé et al. (2014) sostiene que estos adhesivos contienen monómeros ácidos leves los cuales son capaces de grabar e impregnarse en los tejidos dentales, sin embargo, a diferencia de los adhesivos de grabado total, estos no eliminan por completo la capa de barrillo dentinario, sino, únicamente la modifican y finalmente, este barrillo modificado pasará a formar parte de la capa híbrida.

Los adhesivos de sexta generación también pueden dividirse de acuerdo a la capacidad de grabado de sus monómeros ácidos, que según Giannini et al. (2015) se clasifican en: fuerte, intermedio, suave y ultrasuave, cuya fuerza puede oscilar de valores menores a 1 de pH en su presentación más agresiva, y mayores a 2,5 las presentaciones más leves. Esta clasificación, permite que los adhesivos de autograbado fuerte, sean capaces de grabar de mejor manera el esmalte, pero modificar mayor cantidad de barrillo dentinario, y los adhesivos “ultrasuaves” no realicen acondicionamientos adecuados.

4.3.6.1. Componentes y número de pasos

Estos sistemas adhesivos se pueden encontrar con 2 o más componentes, aunque los más usados, se encuentran conformados por dos frascos: uno donde se encuentran mezclados el ácido y el primer y el segundo, que es un adhesivo propiamente dicho.

En el número de pasos clínicos de los adhesivos de sexta generación de dos componentes, puede darse de dos maneras, la aplicación en dos pasos, donde se aplica el primer componente (Acondicionador/primer) y luego se aplica el adhesivo; o también se puede aplicar este sistema en un solo paso, para esto, se une una parte del contenido de ambos frascos y se lo aplica la mezcla sobre el diente.

4.3.6.2. Mecanismo de unión

Los sistemas de sexta generación tienen un mecanismo de unión diferentes a las dos generaciones pasadas, pues se eliminó el paso del grabado ácido característico de dichos adhesivos. La adhesión en estos sistemas adhesivos se lo puede realizar de dos maneras, en dos pasos, o también se lo puede aplicar en un único paso.

Para realizarlo en dos pasos, Giannini et al. (2015) propone que se debe aplicar sobre el diente un primer de grabado hidrofílico, el cual contiene monómeros ácidos, que van a acondicionar y al mismo tiempo preparar los tejidos del diente, y una vez evaporado el solvente, se aplica un agente adhesivo, dejando el diente listo para poder unirse con el material restaurador.

La otra manera, es aplicar los dos componentes en un solo paso, para eso se mezcla una gota de cada frasco y se la aplica sobre el diente, es importante que esta mezcla se realice inmediatamente antes de ser aplicado en el sustrato dental.

Ambos métodos van a crear una retención micromecánica en los tejidos duros, permitiendo la unión directamente sobre el barrillo dentinario sin modificarlo o eliminarlo. La fuerza de unión a dentina de estos sistemas adhesivos es bastante alta, sin embargo, su fuerza de unión a esmalte es menor en comparación con los sistemas adhesivos de cuarta y quinta generación.

4.3.6.3. Usos y aplicaciones

Estas generaciones de sistemas adhesivos de autograbado se consideran universales, debido a que tienen muchos usos y aplicaciones, pueden ser usados en todo tipo de restauración y también puede ser usado en prótesis adhesivas.

4.3.6.4. Ventajas

Esta generación de sistemas autograbadores aporta muchas ventajas clínicas, en donde se destaca la reducción del tiempo clínico como su principal virtud, esto se consigue gracias a la reducción en el número de componentes, al incorporan en una sola solución los componentes necesarios para realizar el grabado ácido y la imprimación.

Para Hamdy (2018) una ventaja de estos adhesivos de autograbado, es un técnica menos sensible en comparación con las generaciones pasadas, pues ya no existe riesgo de provocar el colapso de las mallas colágenas, pues al eliminar el paso de lavado y secado, no hay preocupación de desecar la dentina. Además, resalta que, con el uso de estos adhesivos, se evita un grabado excesivo de la dentina, pues estos sistemas de autograbado graban la porción exacta de la dentina, que luego será penetrada por el primer y ocupada por el material de restauración, lo que, en consecuencia, también reduce la sensibilidad postoperatoria.

Una característica de estos adhesivos de sexta generación y de todos los sistemas de autograbado en general, es que presentan niveles óptimos de fuerza de adhesión a dentina, lo que se traduce, como un buen grado de unión a este sustrato, dando así buenos resultados clínicos.

Además, es importante recalcar, que, aunque su adhesión a esmalte se ha visto reducida en comparación con anteriores generaciones, esta puede aumentar su grado de unión, aplicando un acondicionamiento ácido previo sobre el esmalte.

4.3.6.5. Desventajas

A pesar de las grandes ventajas que esta generación ofrece, una de sus principales desventajas es la reducción de la fuerza de unión a esmalte, cuyos valores de unión a esmalte se vieron reducidos hasta en un 25% en comparación con los sistemas de grabado total.

Para entender la razón de la disminución en el grado de unión a esmalte, Sofan et al. (2017) menciona que: “Puede deberse a que los sistemas de sexta generación están compuestos por una solución ácida que no se puede mantener en su lugar, debe renovarse continuamente y tener un pH que no es suficiente para grabar correctamente el esmalte”.

Para poder darle una solución a este problema, y mejorar la adhesión a esmalte en los adhesivos de sexta generación, se puede grabar el esmalte previamente con ácido ortofosfórico al 37%. Se debe tener cuidado de grabar únicamente a nivel del esmalte, de exponerse a dentina, podría provocar un grabado excesivo en este sustrato dentinario.

4.3.7. Séptima Generación

Siendo considerada una de las generaciones más actuales en el tema de adhesivos dentales, la séptima generación surge a finales de 1999 e inicios de 2005, con un sistema adhesivo más simplificado e innovador a comparación de los previos. A comparación de la sexta generación, la séptima busca reducir la cantidad de materiales usados para usarlos únicamente en un componente, es decir, un solo frasco cuyo contenido de adhesivo se aplica directamente sobre el tejido dental.

Al igual que la sexta generación, en estos adhesivos tampoco es necesario realizar un grabado de esmalte y dentina, debido a que sus componentes no necesitan de una mezcla, así mismo, su grabado y adhesión se realizan en un solo paso clínico, lo cual optimiza los tiempos de aplicación, así como también ayuda a disminuir la sensibilidad posoperatoria.

De esta generación se puede decir que la fuerza de adhesión a dentina y esmalte es mucho mejor oscilando entre 18 a 35 MPa, eso sumado a que la sensibilidad a la humedad residual es casi inexistente. Sin embargo, a pesar de la unión de varios componentes en uno solo, el grabado a esmalte sigue siendo un tanto débil, un problema que ya se podía visualizar con la sexta generación.

4.3.7.1. Componentes y número de pasos

Como se había mencionado, la séptima generación hace uso de un sistema totalmente simplificado que incorpora todos los elementos como el ácido grabador, primer y adhesivo en uno solo frasco, reduciendo los componentes de la sexta generación hacia un sistema que use un solo componente en un solo paso. Por lo tanto, la séptima generación de adhesivos se puede considerar como monocomponente y de un solo paso.

4.3.7.2. Mecanismo de unión

La característica más resaltante de los sistemas adhesivos de séptima generación es que son adhesivos de un frasco y un solo paso, o conocidos como “Todo en uno”. Su mecanismo de acción se consigue con la aplicación del único frasco sobre la superficie del diente, dejándolo listo para poder ser adherido con el material de restauración.

Según Garcilazo et al. (2019) el mecanismo de acción de estos sistemas de autogrado, es que ese único frasco, va a contener los distintos componentes necesarios para conseguir la adhesión, donde los monómeros ácidos que al ser aplicados sobre el sustrato dental modifican, sin eliminar, el barro dentinario y crean un pequeño frente desmineralizado, tras actuar unos segundos los radicales ácidos se neutralizan con los cristales de hidroxiapatita incorporando el barro dentinario a la capa híbrida y también contiene solventes orgánicos y agua, indispensables para la activación del proceso de desmineralización de la dentina se encuentren presentes

4.3.7.3. Usos y aplicaciones

Esta generación ha sido usada de manera efectiva en reconstrucciones de resina tanto directa como indirecta y también para otros casos de materiales como cerámica y metal ya que se adhiere perfectamente a estos materiales dentales.

4.3.7.4. Desventajas

Acerca de la microfiltración marginal en este sistema de adhesivos se puede decir que el sistema de séptima generación no es capaz de evitar completamente la microfiltración marginal, así como también no disminuye totalmente la frecuencia de aparición de fisuras en la interfase, lo que el sistema de adhesivos de quinta generación si lo logra.

Adicionalmente, a pesar de la alta fuerza de adhesión que presenta esta generación, el problema del débil grabado persiste dado a que éste no se remueve de la cavidad y se neutraliza a los treinta segundos de su colocación.

Estos sistemas tienden a tener una alta cantidad de agua en su composición, lo que puede provocar hidrolisis. Además, los sistemas de séptima generación han presentado la fuerza de unión inicial y a largo plazo más baja de cualquier adhesivo en la actualidad.

4.3.7.5. Ventajas

- Con esta generación, se logra simplificar e innovar un sistema de adhesión de multicomponentes previo, ayudando a agilizar procesos de aplicación y tiempo de trabajo.

- La fuerza de adhesión a dentina y esmalte es bastante alta oscilando entre 18 a 35 MPa, eso sumado a que la sensibilidad a la humedad residual es casi inexistente.
- A pesar de la gran fuerza de adhesión que tiene el sistema de adhesivos de séptima generación, el problema de un grabado no tan persistente aún se observa.
- La microfiltración y sellado marginal no se evita totalmente con este sistema.

4.3.8. Octava Generación

Los sistemas adhesivos de octava generación o también conocidos como “adhesivos universales” son el grupo de adhesivos creados más recientemente, que como señalan Banjar & Nassar (2022) son agentes multipropósitos que tuvieron su salida al mercado en 2011, y cuya principal característica es que se puede usar, tanto como adhesivos de grabado total, así como agentes de autograbado según la situación clínica o las preferencias del operador.

Estos adhesivos poseen relleno de nanopartículas que le aportan mejores fuerzas de unión al sustrato dental y mejor absorción de las fuerzas; además contienen monómeros funcionales que les permiten la característica más resaltante de estos adhesivos, de poder usarse con cualquier mecanismo de unión, ya que son capaces de grabar y acondicionar los tejidos dentales, y además los hace compatibles químicamente con la estructura dental, cerámicas y metales, a través de enlaces iónicos.

Citando lo dicho por Alex (2015) el compuesto más usado en estos sistemas universales, es el el monómero adhesivo funcional 10-MDP (metacriloiloxidecil-dihidrógeno-fosfato), el cual posee un extremo de un grupo metacrilato hidrofóbico que lo permite unirse a materiales restauradores y cementos; y su otro extremo fosfato hidrofílico, le permite adherirse químicamente a la estructura dental, metales y cerámicas.

Estos adhesivos cuentan con una fuerza de adhesión tanto a esmalte como a dentina, de 25 a 33 MPa, lo que las convierte en excelentes opciones en el mercado, sin embargo, existe dudas acerca de la eficacia en algunas situaciones clínicas debido al pH bajo de estos adhesivos, no obstante, Sebold et al. (2021) recomienda un grabado selectivo sobre esmalte para aumentar la fuerza de unión a este tejido, y el uso de activadores para aumentar la compatibilidad con cementos resinosos.

4.3.8.1. Componentes y número de pasos

La octava generación al igual que la anterior generación, se considera como un adhesivo monocomponente, ya que todos los compuestos necesarios para conseguir la adhesión, se encuentran en un solo bote.

En lo que respecta al número de pasos, estos adhesivos universales, al poder ser aplicada con diferentes mecanismos, varía según la técnica a usar, pudiendo ser aplicado, en tres, dos o en un solo paso.

4.3.8.2. Mecanismo de unión

Los adhesivos de octava generación o universales pueden usar diferentes mecanismos de unión, dependiendo del uso o aplicación que se requiera, o de la preferencia del odontólogo, pues, se puede usar como adhesivo de grabado selectivo o total, o actuar como adhesivo de autograbado. El proceso de aplicación es igual al de las generaciones pasadas, con la diferencia que se usará el adhesivo universal, y como señala Alex (2015) se deberá frotar el adhesivo sobre el diente preparado previamente durante al menos 20 segundos, para luego fotopolimerizarlo con una lámpara de buena potencia durante un periodo adecuado para conseguir su correcta polimerización.

4.3.8.3. Usos y aplicaciones

La octava generación gracias a que puede usar el mecanismo de acción que mejor se adapte a cada situación clínica, y a su amplia compatibilidad a diversas estructuras, tiene un sinnúmero de usos y aplicaciones, donde de acuerdo a lo dicho por Hayashi (2020) se pueden usar en procesos restaurativos directos con resina compuesta, en restauraciones indirectas, al ser compatibles en la cementación de coronas, incrustaciones o carillas. Además, es compatible con cemento de resina de fotocurado, autocurado y de curado dual, y se puede adherir a metales y cerámicas.

4.3.8.4. Ventajas

La principal ventaja de los adhesivos de octava generación es la amplia versatilidad de estos, debido a que pueden adecuarse a la situación clínica que se presente, debido a que pueden ser usados con el mecanismo de acción que más convenga o al que mejor se adapte el operador, y puede ser empelado con grabado selectivo, total o incluso como adhesivo de autograbado.

Además, cuentan con unas buenas fuerzas de unión tanto a esmalte como a dentina, y esta última no suele verse afectada por la técnica de grabado que se aplique. Froehlich et al. (2021) recomienda un grabado selectivo previo sobre el esmalte, con el fin de mejorar la adhesión sobre este tejido.

Tiene una gran compatibilidad a diversas estructuras, como los tejidos del diente, metales, cerámicas, cementos resinosos de foto y autocurado, y de curado dual. Así mismo, como las últimas generaciones, son sistemas que acortan el tiempo clínico en gran medida, al tener todos los componentes en un solo bote, lo que, a su vez, simplifica el proceso de aplicación.

4.3.8.5. Desventajas

Algunas presentaciones de adhesivos universales cuentan con un tiempo de polimerización rápido, por lo que el operador debe de ser rápido en su aplicación, lo que puede conllevar a errores.

Para Sebold et al. (2021) otra desventaja que tienen los adhesivos de octava generación es su bajo pH, que es igual o mayor a 2, esto significa que es lo suficientemente ácido para grabar por completo la dentina, pero el esmalte no se acondiciona completamente, para lo cual se debe realizar un grabado sobre esmalte para solucionar dicho problema.

Otro factor a tener en cuenta es el elevado costo que tienen algunos adhesivos universales en comparación con otros sistemas adhesivos, lo cual podría ser un problema en algunos consultorios con recursos económicos más limitados.

5. Metodología

5.1. Estrategia de búsqueda:

El presente trabajo de investigación fue tomando en cuenta diferentes artículos, tesis, libros y revistas de odontología estética, con bases de datos bibliográficos, utilizando para la búsqueda las siguientes páginas: Pubmed, Google Académico, Science Direct, Scielo, Medline, que permitieron obtener los resultados frente a los objetivos planteados teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

Se desarrolló una estrategia de búsqueda con los términos: “Sistemas adhesivos”, “Generación de sistemas adhesivos”, “Evolución de los sistemas adhesivos” y “Adhesión en odontología”.

5.2. Tipo de estudio

- **Diseño:** La presente revisión bibliográfica fue analítica, bibliográfica, descriptiva y transversal, pues se recopiló información acerca de las distintas generaciones de sistemas adhesivos, mediante la realización de un análisis de diferentes artículos
- **Analítico:** Es de tipo analítico ya que se va realizar un análisis de la evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos, teniendo en cuenta sus usos, aplicaciones, mecanismo de acción y funcionamiento.
- **Descriptivo:** Es de tipo descriptivo, ya que se detalla diversas características de cada generación de sistemas adhesivos, dando así a conocer sus rasgos característicos, y diferencia entre cada una de ellas.
- **Bibliográfico:** Es de tipo bibliográfico ya que se basará en la recolección de la información existente acerca del tema, extraída de artículos científicos, libros y otras fuentes de información confiables.
- **Transversal:** Es de tipo transversal ya que la investigación se desarrollará durante el periodo Octubre 2021- Febrero 2022.

5.3. Estrategia de búsqueda

Esta revisión bibliográfica se realizará mediante el procesamiento de la

información entres fases:

Fase I: Búsqueda y recolección de la información

La información acerca del tema se obtendrá mediante la búsqueda en bases dedatos y editoriales científicas como: PudMed, Google Académico, Scielo, Medline, Cience Direct, Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil, Repositorio digital de la UCSG. Además, se utilizarán diferentes libros concernientes al tema.

Para la búsqueda de información se insertarán las siguientes palabras clave: “Sistemas adhesivos”, “Generación de sistemas adhesivos”, “Evolución de los sistemas adhesivos” y “Adhesión en odontología”. Además, se incluirán otros términos que se relacionen con el tema de estudio y formen parte de los descriptores de salud DeCS/MseH empleando los operadores booleanos AND y OR para unir cada termino.

Fase II: Organización de la información

Se procederá a organizar los artículos que cumplan con los criterios de inclusión en una matriz de organización de contenidos creada en el programa Microsoft Excel versión 2019.

Fase III: Procesamiento de datos y análisis de resultados:

Una vez seleccionados los artículos, se procederá a sistematizar y analizar la información recolectada en la matriz de organización de contenidos, de tal maneraque se dé resolución a todos los objetivos planteados en esta revisión bibliográfica.

5.4. Universo y muestra

5.4.1. Universo:

Estará conformado por toda la información concerniente al tema de investigaciónplanteado, obtenida a partir de la búsqueda realizada en diferentes bases de datos científicas.

5.4.2. Muestra:

La muestra estará constituida por todos los artículos que cumplan con los criterios de inclusión y que se consideren un aporte importante para la presente revisión bibliográfica de manera que contribuyan a dar resolución a los objetivos planteados.

5.5. Criterios de inclusión:

- Artículos y libros con antigüedad máxima de 10 años de publicación.
- Artículos y libros relacionados con el tema de investigación.
- Revisiones bibliográficas y revisiones sistemáticas referentes al tema planteado.
- Estudios in vitro, estudios in vivo, ensayos y estudios clínicos controlados acerca del tema de investigación.
- Páginas que tengan base científica.
- Artículos en español e inglés.

5.6. Criterios de exclusión:

- Artículos y libros con antigüedad mayor a 10 años de publicación.
- Artículos y libros no relacionados con el tema de investigación.
- Revisiones bibliográficas y revisiones sistemáticas que no aporten información relacionada al tema de investigación.
- Estudios in vitro, estudios in vivo, ensayos y estudios clínicos controlados que no sean relevantes para el desarrollo de la investigación.
- Páginas que no tengan base científica.

6. Resultados

Objetivo 1: Identificar las principales ventajas y desventajas que han aportado en la práctica clínica odontológica cada una de las generaciones de sistemas adhesivos.

Tabla 1.
Ventajas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos

| ARTICULOS | VENTAJAS | | | | | | |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------------|
| | Menor tiempo clínico | Menor número de componentes | Menor número de pasos | Simplificación del proceso | Buena adhesión a dentina | Buena adhesión a esmalte | Baja sensibilidad Postoperatoria |
| Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | |
| Classification review of dental adhesive systems From the IV generation to the universal type | 5° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. |
| Conceptos actuales de la adhesión a la dentina: Una revisión sistemática | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | | 7° Gen. |
| Sistemas Adhesivos De Uso Odontológico | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. |
| Looking for the ideal adhesive – A review | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | |
| Adhesión en dentística restauradora evolución y estado actual | 5° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | |
| Adhesión a tejidos dentarios | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. | | | |
| Michael Buonocore, Padre de la odontología moderna | | | | | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | |

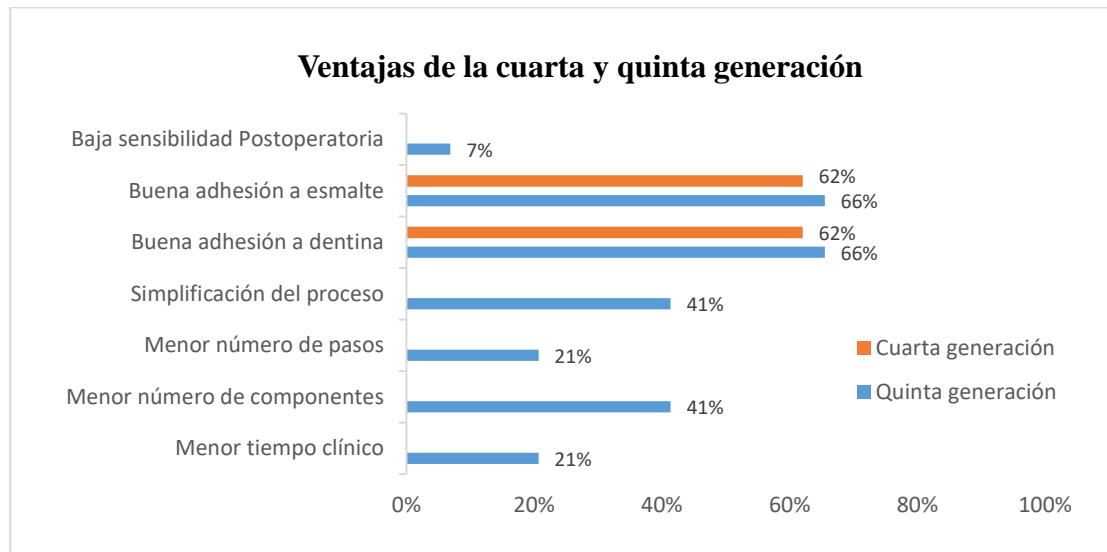
| | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|---|-------------------------------|
| Sistemas adhesivos autograbadores , resistencia de unión y nanofiltración una Revisión Self-etching adhesive system | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Self-Etch Adhesive Systems A Literature Review | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | | | 6° Gen. 7° Gen. |
| Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica | | 5° Gen. | | 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | |
| Principios y protocolos prácticos de adhesión dentinaria | 5° Gen. | 5° Gen. | | 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. |
| Situación actual de los adhesivos de autograbado Productos existentes, técnica y sistemática actuación de cada uno | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | | |
| Sistemas de adhesivos dentales 7 generaciones de evolución | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. |
| An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface | | 6° Gen. 7° Gen. | 7° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Past and New Strategies of Dental Adhesive Systems | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | | 8° Gen. | 8° Gen. | |
| Adhesive Dentistry Understanding the Science and Achieving Clinical Success | 8° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | | | 6° Gen. 7° Gen. |
| Modifications of Dental Adhesive Systems | | | | | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |

| | | | | | | | |
|---|-------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|---|---|--------------------|
| Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development A narrative review | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | |
| Comparative Evaluation of the Bonding Efficacy of Sixth, Seventh and Eighth Generation Bonding Agents an in Vitro Study | | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 8° Gen. | |
| Comparative Evaluation of Bond Strength of Fifth, Sixth, Seventh, and Eighth Generations of Dentin Bonding Agents An In Vitro Study | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Adhesives systems – classification | 6° Gen. 7° Gen. | | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | |
| Sistemas adhesivos: una revisión de la literatura | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Adhesive systems continue to evolve A case report | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Fallos de adhesivos dentinarios, las causas determinantes. Una revisión de la literatura | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Factores que afectan y mejoran la adhesión en dentina, una puesta al día. Una revisión de la literatura. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | |
| Evolución de la Adhesión Dental Pasado, Presente y Futuro | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. |
| Universal Dental Adhesives Cost-Effectiveness and Duration of Use | | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | |

Fuente: Realizado por el autor

Figura 1.

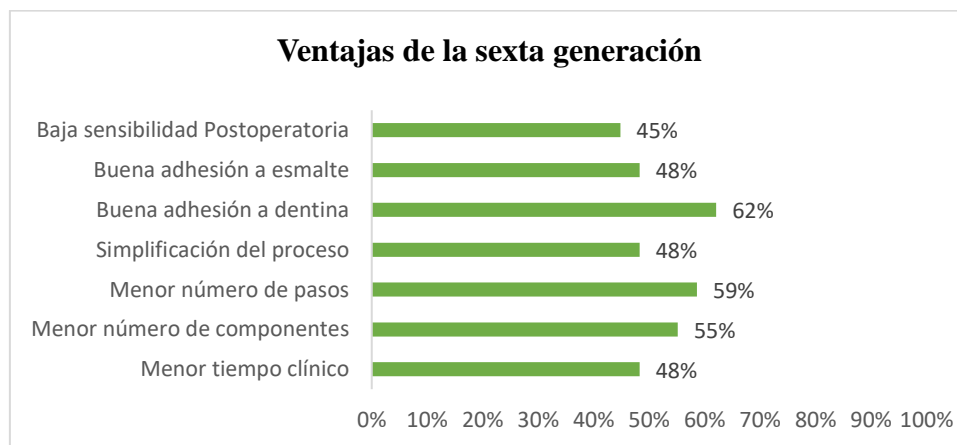
Ventajas clínicas de la cuarta y quinta generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 2.

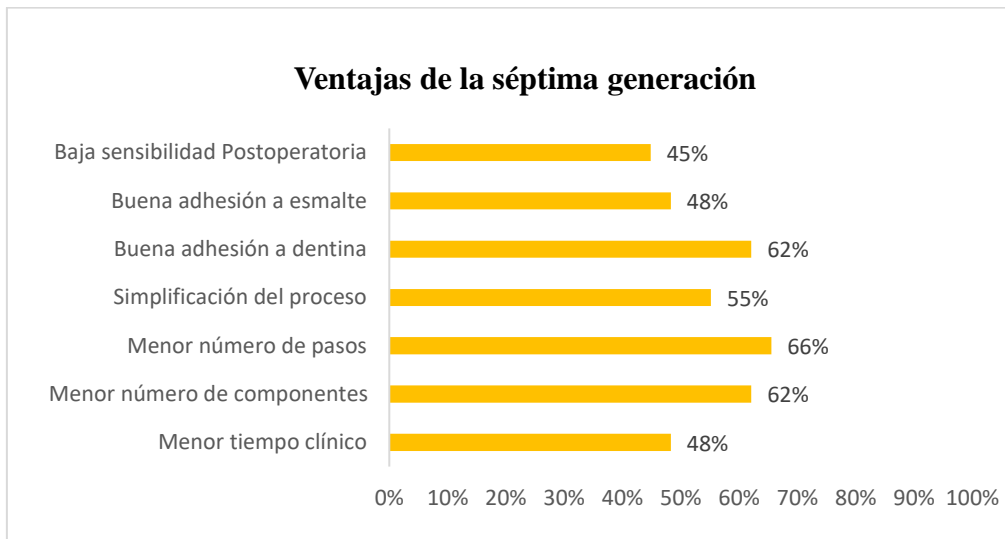
Ventajas clínicas de la sexta generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 3.

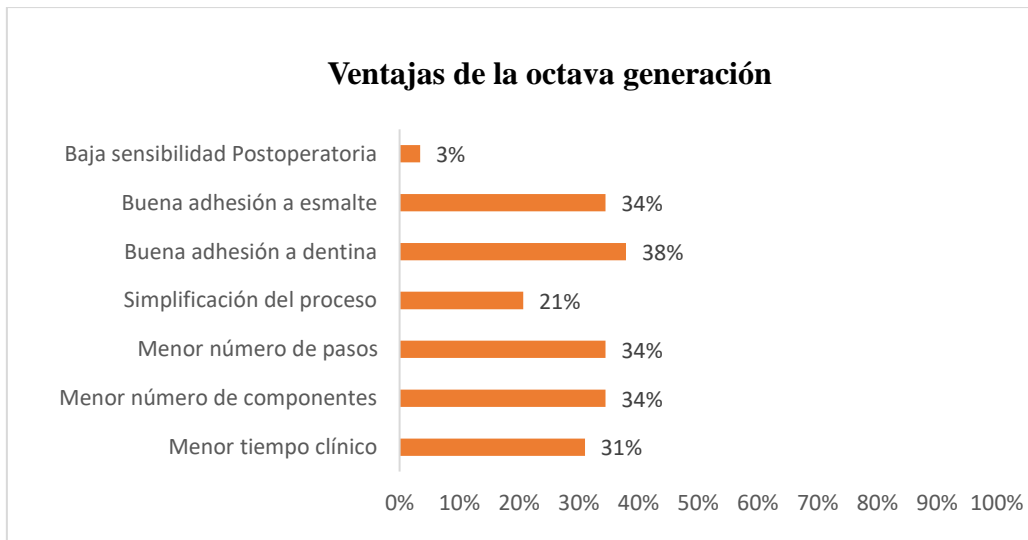
Ventajas clínicas de la séptima generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 4.

Ventajas clínicas de la octava generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Interpretación: Como se puede observar en la Tabla 1, las primeras tres generaciones de sistemas adhesivos no cuentan con casi ninguna ventaja clínica, resaltando únicamente en la adhesión a esmalte. Por otro lado, a partir de la cuarta generación, cada sistema adhesivo cuenta con varias ventajas clínicas, como se puede observar en la Figura 1, la cuarta y quinta generación se destacan por tener una buena adhesión a esmalte y a dentina según el 62% y 63% de los autores respectivamente, además la quinta generación presenta un menor número de componentes y proceso simplificado según un 41 % de los autores.

Con respecto a la baja sensibilidad postoperatoria, y según las Figuras 2 y 3, podemos decir que el 45% de los autores destacan esta ventaja en la sexta y séptima generación, siendo una característica sobresaliente en estas, en contraste con la octava generación, en la cual, solo un 3% de autores mencionan esta ventaja en esta generación,

En relación a la ventaja de simplificación del proceso, el 55% de los autores la resaltan en la séptima generación, seguida con la sexta generación en un 48 %, y en la quinta generación, donde solamente el 41% de los autores lo manifiesta. Esta ventaja clínica, está en relación directa a un menor número de componentes y menor número de pasos clínicos, por lo que de acuerdo a las Figuras 1, 2 y 3, se observan porcentajes similares a los antes mencionado tanto en la quinta, sexta y séptima generación.

Tabla 2.

Desventajas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos

| ARTICULOS | DESVENTAJAS | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--|--|--------------------|
| | Mayor tiempo clínico | Resultados clínicos deficientes | Técnica compleja y sensible | Mala adhesión a dentina (<15 Mpa) | Mala adhesión a esmalte | Alta sensibilidad postoperatoria | Aparición de microfiltraciones | Baja longevidad |
| Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora | 4° Gen. | | 4° Gen. | | | | 6° Gen. 7° Gen. | |
| Classification review of dental adhesive systems From the IV generation to the universal type | 4° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 4° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 4° Gen. | | |
| Fallos de los diferentes sistemas adhesivos en las estructuras de esmalte y dentina. Revisión sistemática. | | 1° Gen. 2° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 7° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 4° Gen. 7° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 4° Gen. 7° Gen. | 7° Gen. |
| Conceptos actuales de la adhesión a la dentina: Una revisión sistemática | | | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 7° Gen. | | | |
| Sistemas Adhesivos De Uso Odontológico | | | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | | | 2° Gen. | 3° Gen. |
| Looking for the ideal adhesive – A review | | | 4° Gen. | | | | | |
| Michael Buonocore, Padre de la odontología moderna | | | 4° Gen. 5° Gen. | | | | | |
| Sistemas adhesivos autograbadores , resistencia de unión y nanofiltración una Revisión Self-etching adhesive system | | | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | | | 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. | 7° Gen. |
| Self-Etch Adhesive Systems A Literature Review | | | | | | | | 6° Gen. 7° Gen. |

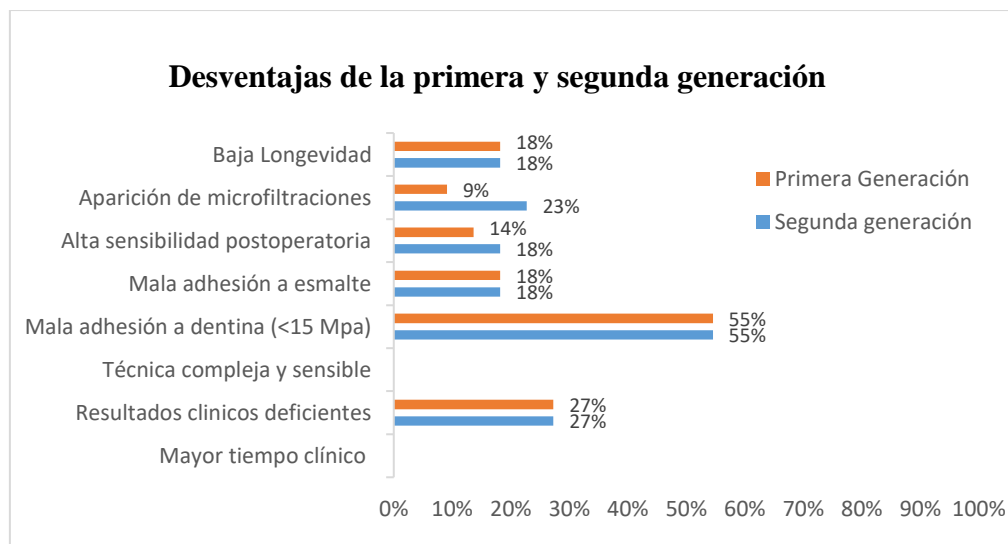
| | | | | | | |
|---|---------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Principios y protocolos prácticos de adhesión dentinaria | | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 2° Gen. 4° Gen. | 2° Gen. |
| Situación actual de los adhesivos de autograbado Productos existentes, técnica y sistemática actuación de cada uno | | | | 6° Gen. 7° Gen. | | |
| Sistemas de adhesivos dentales 7 generaciones de evolución | | | 4° Gen. 6° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. |
| Past and New Strategies of Dental Adhesive Systems | 6° Gen. | 7° Gen. | | | 7° Gen. | |
| Adhesive Dentistry Understanding the Science and Achieving Clinical Success | | | 4° Gen. 6° Gen. | | | |
| Modifications of Dental Adhesive Systems | | 1° Gen. 2° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | |
| Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development A narrative review | | 1° Gen. 2° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. |
| Comparative Evaluation of Bond Strength of Fifth, Sixth, Seventh, and Eighth Generations of Dentin Bonding Agents An In Vitro Study | 4° Gen. | | 4° Gen. | | | 6° Gen. 7° Gen. |

| | | | | | | | | |
|--|---------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--|--|--|-------------------------------|
| Adhesives systems – classification | | | | | | | | 6° Gen. 7° Gen. |
| Sistemas adhesivos: una revisión de la literatura | 4° Gen. | | 4° Gen. | | | | | 6° Gen. 7° Gen. |
| Adhesive systems continue to evolve A case report | | | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | | 4° Gen. 5° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. |
| Fallos de adhesivos dentinarios, las causas determinantes. Una revisión de la literatura | | 1° Gen. 2° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | | 7° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. |
| Evolución de la Adhesión Dental Pasado, Presente y Futuro | 4° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. | 4° Gen. 6° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. | | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. |

Fuente: Realizado por el autor

Figura 5.

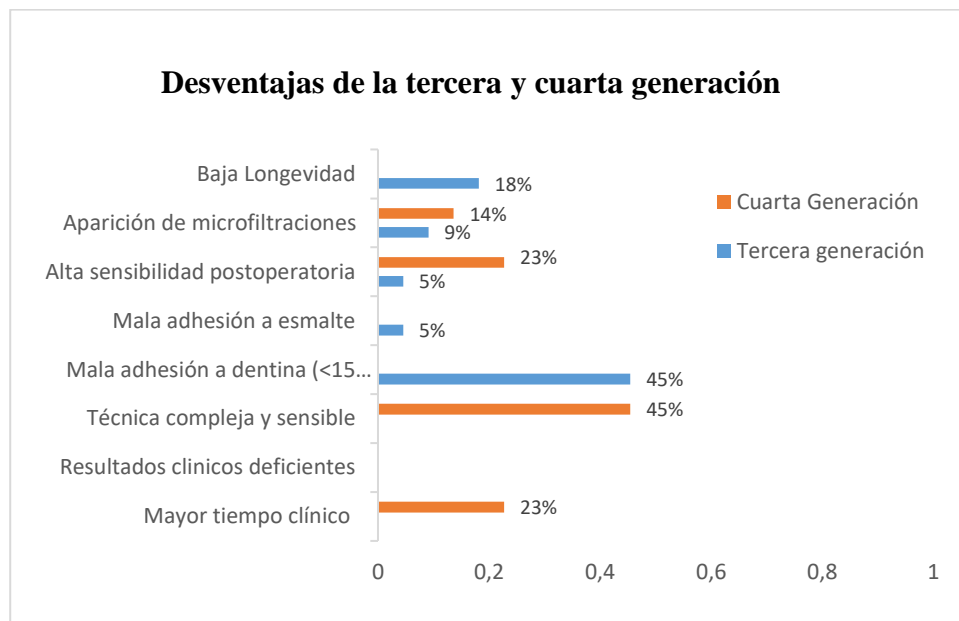
Desventajas de la primera y segunda generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 6.

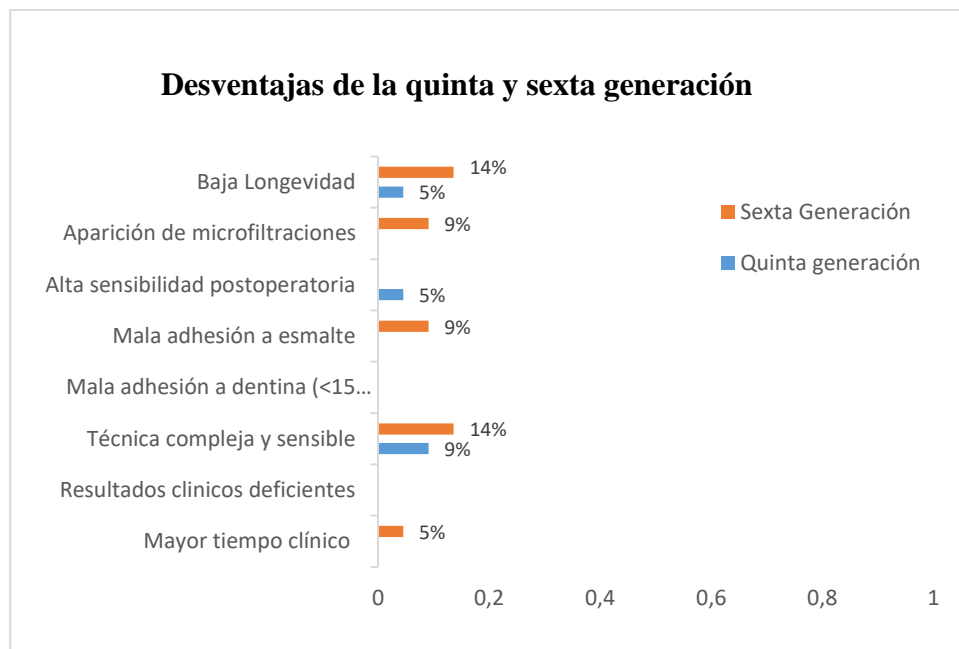
Desventajas de la tercera y cuarta generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 7.

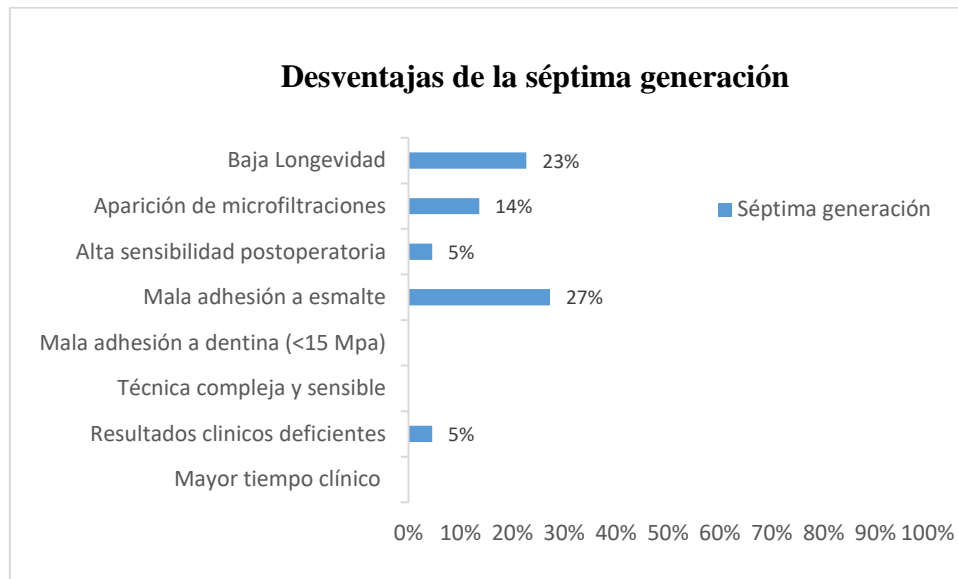
Desventajas de la quinta y sexta generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 8.

Desventajas de la séptima generación de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Interpretación: En relación a las desventajas clínicas, podemos notar que las tres primeras generaciones de sistemas adhesivos presentan el mayor número de desventajas con respecto a las otras, mientras que generaciones como la quinta, sexta, y séptima generación poseen pocas desventajas, y, por último, la octava generación no posee alguna según los autores estudiados.

Según el 55% de los autores, manifiestan que, tanto la primera como segunda generación de sistemas adhesivos presentan una mala adhesión a dentina seguidas por la tercera generación. La cuarta generación destaca por tener una técnica compleja y sensible de acuerdo al 45% de los autores, seguida por la sexta generación donde el 14% de los autores mencionan la presencia de esta desventaja. Con respecto a una mala adhesión a esmalte, podemos decir que el 27% de los estudios destacan esta desventaja en la séptima generación siendo ésta la más sobresaliente, al igual que una baja longevidad en la misma según el 23% de los autores. En relación a la desventaja de aparición de microfiltraciones la segunda y cuarta generación presentan el mayor porcentaje según el 23% y 14% respectivamente. Acerca de resultados clínicos deficientes, la presencia de esta desventaja reside entre la primera y segunda generación. Por último, la tercera generación es la que presenta mayoritariamente la desventaja de un mayor tiempo clínico según el 23% de los estudios analizados.

Objetivo 2: Establecer que sistema adhesivo es el indicado para cada una de las diferentes situaciones clínicas que se pueden presentar en nuestra práctica diaria.

Tabla 3.

Aplicaciones clínicas de las distintas generaciones de sistemas adhesivos

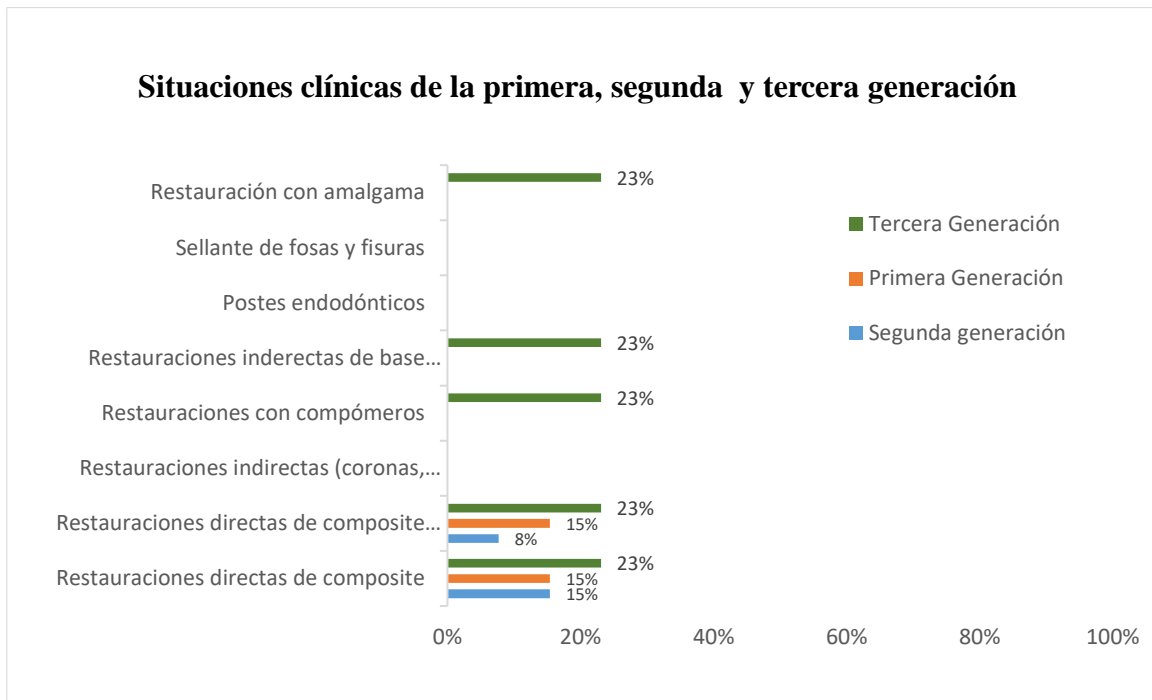
| ARTICULOS | SITUACIONES CLÍNICAS | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|--------------------|---|-------------------------------|
| | Restauraciones directas de composite | Restauración directa de composite posteriores | Restauraciones indirectas (coronas, carillas, inlays, onlays) | Restauración con compómeros | Restauraciones indirectas de base metálica | Poste endodóntico | Sellante de fosas y fisuras | Amalgamas |
| Sistemas adhesivos de uso odontológico | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 8° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 3° Gen. 5° Gen. 8° Gen. | 8° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. 8° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. |
| Situación actual de los adhesivos de autograbado | | | | | | | | |
| Productos existentes, técnica y sistemática actuación de cada uno | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | | 6° Gen. 7° Gen. | | 6° Gen. 7° Gen. | | |
| Sistemas de adhesivos dentales 7 generaciones de evolución | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. | 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. |
| An overview of dental adhesive systems and the dynamic tooth–Adhesive interface | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | 6° Gen. 7° Gen. | | | 6° Gen. 7° Gen. | |
| Evolución de la adhesión dental pasado, presente y futuro | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. | 1° Gen. 2° Gen. 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. | 4° Gen. 5° Gen. 6° Gen. 7° Gen. | 3° Gen. 4° Gen. 5° Gen. |
| Universal dental adhesives cost-effectiveness and duration of use | 8° Gen. | 8° Gen. | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Universal adhesive the next evolution in adhesive dentistry | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Self-etch adhesive systems A literature review | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Principios y protocolos prácticos de adhesión dentinaria | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Past and new strategies of dental adhesive systems | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Adhesive dentistry understanding the science and achieving clinical success | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development A narrative review | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Adhesive systems continue to evolve A case report | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. | 8° Gen. |

Fuente: Realizado por el autor

Figura 9.

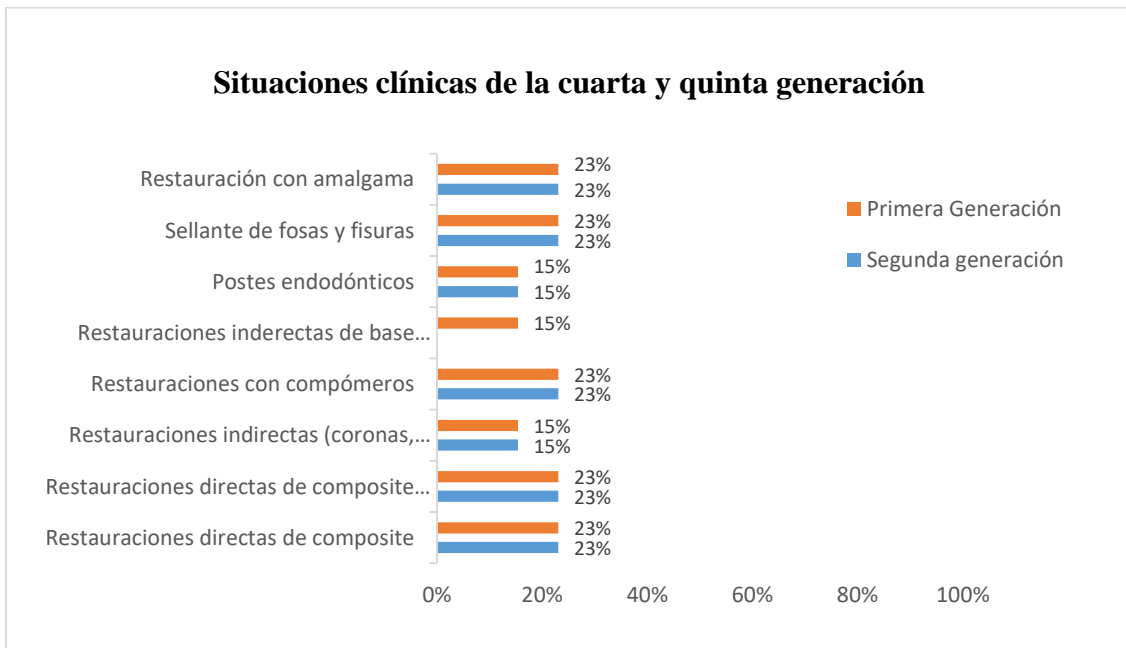
Situaciones clínicas indicadas para la primera, segunda y tercera generación.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 10.

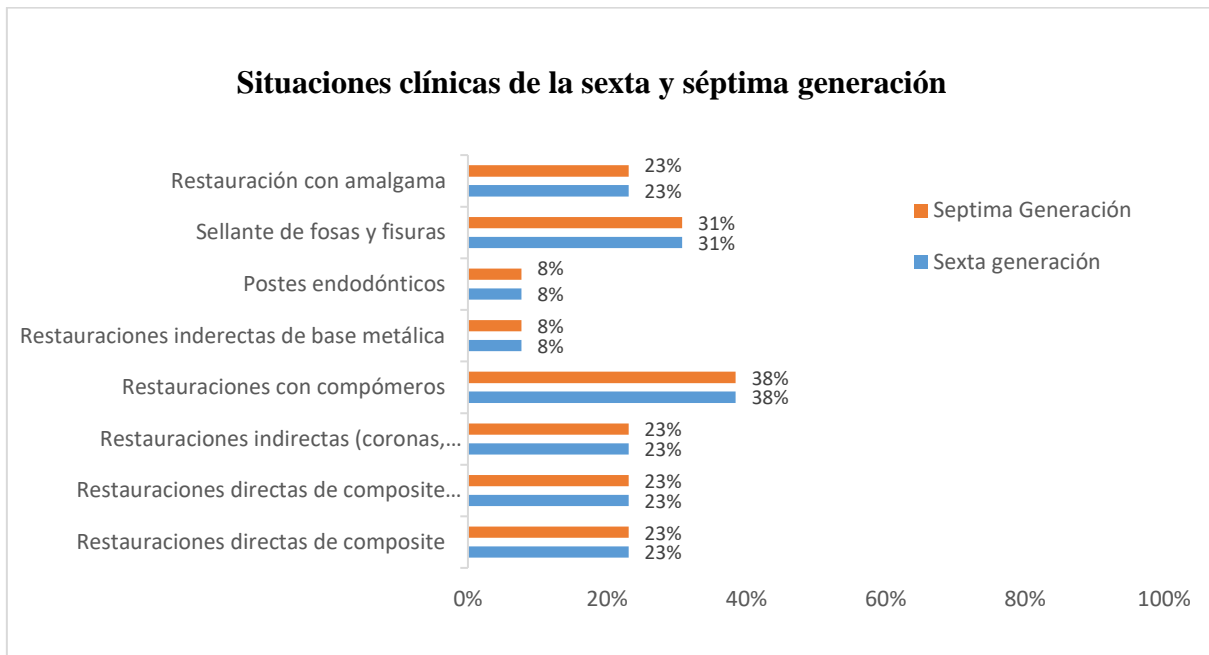
Situaciones clínicas indicadas para la cuarta y quinta generación.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 11.

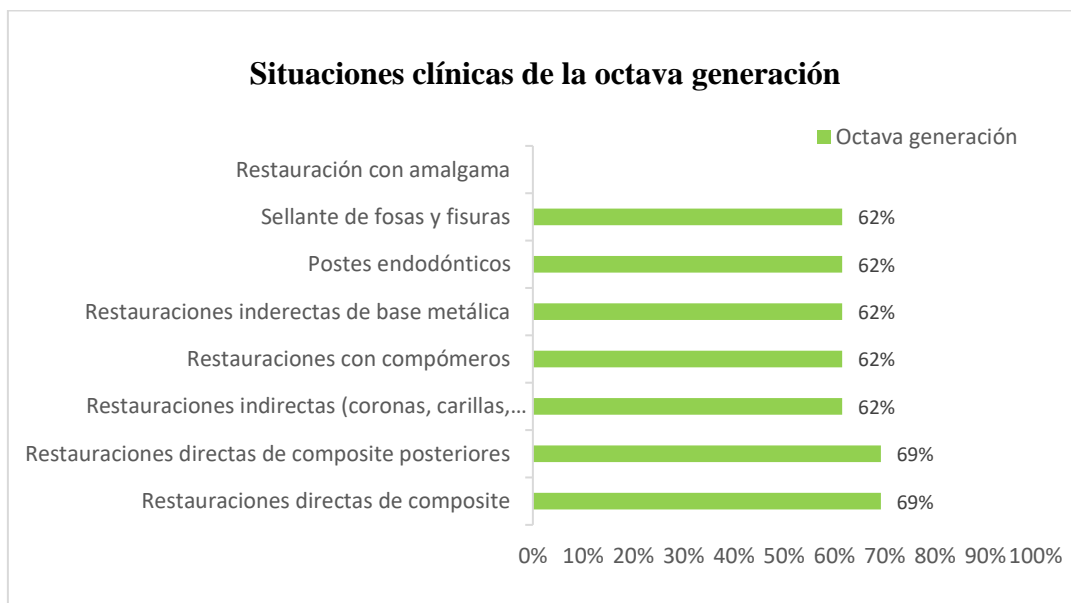
Situaciones clínicas indicadas para la sexta y séptima generación.



Fuente: Realizado por el autor

Figura 12.

Situaciones clínicas indicadas para la octava generación.



Fuente: Realizado por el autor

Interpretación: En relación a las diferentes situaciones clínicas que se pueden presentar en la práctica diaria, podemos decir que, según el 69% de los autores en los diversos artículos analizados, los sistemas adhesivos de octava generación son los más indicados para tratar restauraciones directas de composite y restauraciones directas de composite posteriores. Así mismo, la octava generación resulta ser eficiente en restauraciones indirectas y con compómeros, así como también en tema de sellante de fosas, fisuras y postes endodónticos.

De acuerdo a un 38% de los estudios analizados, la séptima y sexta generación funcionan como las segundas generaciones de sistemas adhesivos más indicadas para restauraciones con compómeros. De la misma forma, estas generaciones tienen un buen resultado como sellantes de fosas y fisuras, según el 31% de los autores. Sin embargo, lo mismo no sucede al tratar situaciones de postes endodónticos y restauraciones indirectas de base metálica, donde solo el 8% de los artículos mencionan que estas generaciones son indicadas para este tipo de situaciones clínicas.

Por último, podemos decir que la primera generación y segunda generación son las generaciones con menos usos y aplicación, y siendo la primera generación la menos indicada en cuanto a restauraciones directas de composite posteriores se refiere, con solo el 8% de los autores mencionándola.

Objetivo 3: Comparar los mecanismos de acción de cada una de las generaciones de sistemas adhesivos, así como los distintos usos que nos aportan cada una de ellas.

Tabla 4.

Mecanismos de acción de las distintas generaciones de sistemas adhesivos

| ARTICULOS | MECANISMOS DE ACCIÓN | | | | | | |
|---|---|--|--|---|---|---|--|
| | Unión a través de una molécula de carácter bifuncional, un extremo se unía al material de restauración y el otro se une al sustrato dental. | Unión a través de enlaces iónicos entre los grupos de calcio y clorofosfato, usando el barrillo dentinario como sitio de unión | Grabado selectivo del esmalte/grabado y enjuague con ácido ortofosfórico. Dentina acondicionada para modificar o eliminar el barrillo dentinario | Grabado total/grabado y enjuague: imprimación y adhesivo por separado | Grabado total/grabado y enjuague: imprimación y adhesivo combinados | Autograbado: grabado e imprimación combinados y luego unión hidrofóbica | Autograbado: "Todo en uno" grabado, imprimación y adhesivo combinados. |
| Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora | | | | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
| Classification review of dental adhesive systems From the IV generation to the universal type | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
| Looking for the ideal adhesive – A review | | | | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | |
| Adhesión en dentística restauradora evolución y estado actual | | | | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
| Adhesión a tejidos dentarios | | | | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |

| | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sistemas adhesivos autograbadores , resistencia de unión y nanofiltración una Revisión Self-etching adhesive system | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

| | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|--|---------|
| Universal Adhesive The Next Evolution in Adhesive Dentistry | 1° Gen. | 2° Gen. | 8° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. 8° Gen. | | 8° Gen. |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|--|---------|

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|---------|
| Principios y protocolos prácticos de adhesión dentinaria | 1° Gen. | 2° Gen. | 8° Gen. | 4° Gen. | 8° Gen. | | 8° Gen. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|--|---------|

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sistemas de adhesivos dentales 7 generaciones de evolución | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

| | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|--------------------|
| Adhesive Dentistry Understanding the Science and Achieving Clinical Success | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. 8° Gen. |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|--------------------|

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Modifications of Dental Adhesive Systems | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|--------------------|
| Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development A narrative review | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. 8° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. 8° Gen. |
|--|---------|---------|---------|---------|--------------------|---------|--------------------|

| | | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Adhesives systems – classification | | | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
|------------------------------------|--|--|---------|---------|---------|---------|---------|

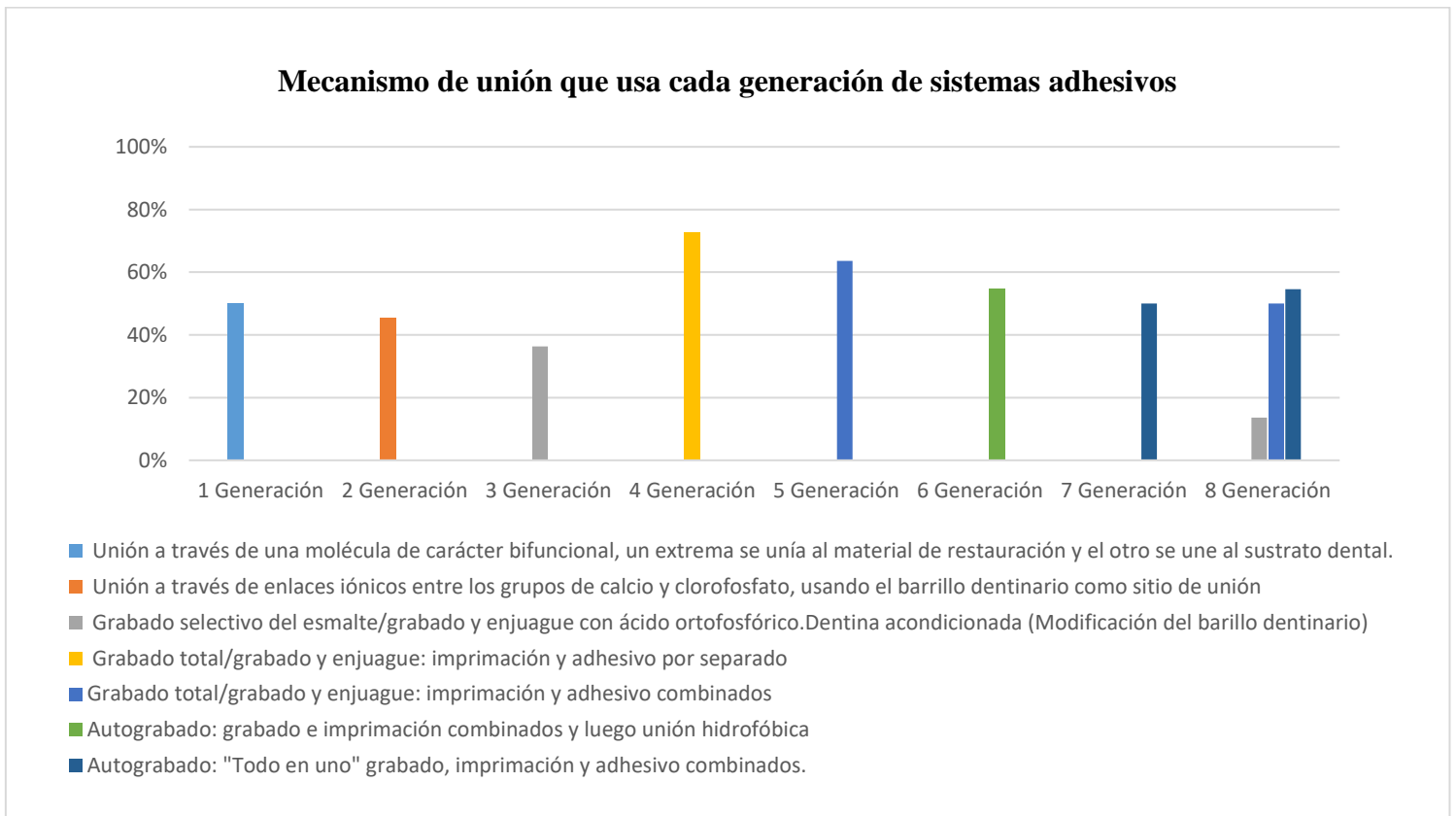
| | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------|---------|--|---------|
| Sistemas adhesivos: una revisión de la literatura | | | | 4° Gen. | 8° Gen. | | 8° Gen. |
|---|--|--|--|---------|---------|--|---------|

| | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Adhesive systems continue to evolve A case report | 1° Gen. | | | 4° Gen. | 8° Gen. | | 8° Gen. |
| Evolución de la Adhesión Dental Pasado, Presente y Futuro | 1° Gen. | 2° Gen. | 3° Gen. | 4° Gen. | 5° Gen. | 6° Gen. | 7° Gen. |
| Universal Dental Adhesives Cost-Effectiveness and Duration of Use | | | | | | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Conceptos actuales de la adhesión a la dentina Una revisión sistemática | | | | | | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Sistemas adhesivos de uso odontológico | | | 8° Gen. | | 8° Gen. | | 8° Gen. |
| Self-Etch Adhesive Systems A Literature Review | | | | | | | 8° Gen. |
| An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface | | | | | | 8° Gen. | 8° Gen. |
| Past and New Strategies of Dental Adhesive Systems | | | | | | 8° Gen. | 8° Gen. |

Fuente: Realizado por el autor

Figura 13.

Mecanismo de acción de las diferentes generaciones de sistemas adhesivos.



Fuente: Realizado por el autor

Interpretación: En lo que respecta a la Figura 13 se puede mencionar que, la cuarta generación de sistemas de adhesión, según el 73% de los autores en los diversos estudios analizados, usa el mecanismo de acción de grabado total (grabado y enjuague) imprimación y adhesivo por separado. Seguido de esta, la quinta generación se destaca por el uso del grabado total (grabado y enjuague): imprimación y adhesivo combinados, esto de acuerdo al 64% de los autores.

También se puede observar que la octava generación de sistemas adhesivos presenta tres de los diferentes mecanismos de acción como lo son: autograbado: "Todo en uno" grabado, imprimación y adhesivo combinados según el 55% de autores, grabado total (grabado y enjuague) imprimación y adhesivo combinados según el 50% y grabado selectivo del esmalte (grabado y enjuague) con ácido ortofosfórico según el 14% de los artículos. El mecanismo de "Autograbado: grabado e imprimación combinados y luego unión hidrofóbica" es usado por la sexta generación según el 55% de los autores. Por su parte, el mecanismo de

unión a través de una molécula de carácter bifuncional, es usado por la primera generación de sistemas de adhesión según el 50% de los autores. El mecanismo de unión a través de enlaces iónicos entre los grupos de calcio y clorofosfato, es usado por la segunda generación según un 45% de los autores. Y, por último, la tercera generación de sistemas adhesivos usa el mecanismo de unión de grabado selectivo del esmalte (grabado y enjuague) con ácido ortofosfórico.

7. Discusión

Esta investigación tuvo como finalidad encontrar e identificar si existe una diferencia significativa entre cada una de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en la odontología restauradora. Para lograr este objetivo se buscó identificar cuáles son las principales ventajas y desventajas de cada una de las generaciones de sistemas adhesivos, su mecanismo de acción y también las situaciones clínicas donde se recomienda su uso.

De los resultados obtenidos de la investigación, podemos deducir que las primeras generaciones de sistemas adhesivos, aunque fueron una innovación en su salida al mercado, son las que más desventajas tienen, y las que menos nos aportan dentro de la práctica clínica, destacando por pobres fuerzas de unión a dentina (2 a 3 MPa), alta sensibilidad postoperatoria, malos resultados clínicos y baja longevidad. Para Poticny (2013) la primera generación de sistemas adhesivos presentaba una tasa de fracasos de 50% aproximadamente, mientras que la segunda y tercera generación, aunque mejoraron las fuerzas de unión y tuvieron tasas de fallo más bajas, seguían sin ser aceptadas en su totalidad por parte de la comunidad odontológica de la época.

Por otro lado, de la cuarta generación en adelante, las ventajas clínicas que nos aportan los sistemas adhesivos, son mucho mayores en comparación con sus predecesoras, pues ya existe una buena adhesión tanto en esmalte como en dentina y resultados clínicos buenos. Una ventaja de las generaciones más recientes, como la sexta, séptima y octava generación, y que la mayor parte de los autores está de acuerdo, es que estas generaciones tienen la ventaja de reducir significativamente el tiempo clínico, debido a que estos sistemas simplifican el proceso al tener menor número de componentes y de pasos. Para Lerate (2021) otra ventaja que tiene estas últimas generaciones de sistemas adhesivos, es la disminución del dolor postoperatorio, ya que se elimina el paso de lavado y secado luego del acondicionamiento ácido, ya que estos usan monómeros ácidos para cumplir esa función.

A pesar de estas ventajas, Parra & Garzón (2012) opina que las generaciones más recientes (sexta, séptima y octava generación) tienen una longevidad cuestionable en el tiempo, debido a bajos resultados en las fuerzas de unión, sobretodo en esmalte y aparición de nanofiltraciones, que reducen su efectividad clínica.

En lo que se refiere a los mecanismos de acción de cada generación, la mayor parte de los autores están de acuerdo en el mecanismo usado por cada generación, la primera de estas generaciones usando una molécula de carácter bifuncional para conseguir unión, la segunda

que usa el calcio del barrillo dentinario para unirlo químicamente, la tercera generación que usa la técnica de grabado selectivo, la cuarta y quinta generación cuyo mecanismo de unión es el grabado total, y la sexta y séptima generación que tiene como mecanismo de unión el autograbado. Alex (2015) sostiene que la octava generación o también conocida como adhesivos universales, son agentes multipropósito, los cuales pueden usarse con diferentes mecanismos de unión, y usarse con mecanismo más adecuado según lo requiera la situación clínica, pudiendo actuar como un sistema de grabado total o usarse como agente de autograbado.

Y, por último, en lo referente a las situaciones clínicas, la primera y segunda generación son las que menos aplicaciones tienen según la mayoría de los autores, pues únicamente se las usaba para las restauraciones directas con composite tanto anteriores como posteriores. La tercera generación tenía los mismos usos que las dos primeras, y de acuerdo con Freedman et al. (2017) está fue la primera generación que se podría unir a metales y cerámicas dentales, sumando estas aplicaciones a su lista de usos. La cuarta y quinta generación por sus buenas características adhesivas pueden ser usadas en restauraciones directas e indirectas de resinas, son compatibles con metales, cerámicas dentales, usados en tratamiento postes endodónticos, y como sellantes de fosas y fisuras. Según Ramos R. (2020) los adhesivos de sexta y séptima generación tienen como principales usos las restauraciones directas de composite, y pueden ser usados con sellantes, carillas, incrustaciones, coronas, puentes y son compatibles con los postes endodónticos. Y, finalmente, por su versatilidad, los adhesivos de octava generación son las que más situaciones clínicas pueden afrontar, siendo útiles en la mayor parte de los casos.

8. Conclusiones

Las tres primeras generaciones de sistemas adhesivos son las que más desventajas presentan, por otro lado, la cuarta y quinta generación son las primeras con buenos resultados clínicos y que hoy en día siguen siendo excelentes opciones. Los adhesivos de sexta y séptima generación se caracterizan por reducir el tiempo clínico, por último, la octava generación tiene una gran versatilidad y aporta grandes ventajas clínicas.

La primera y segunda generación son dos adhesivos con limitados usos clínicos; la tercera es la primera generación compatible con metales y compómeros. A partir de la cuarta generación, los adhesivos cuentan con varios usos, pudiéndose unir a composites, cerámicas, metales, postes y amalgamas, carillas, coronas e incrustaciones y ser usadas como sellantes.

Cada generación cuenta con su mecanismo de unión, la primera se une mediante una molécula bifuncional, la segunda mediante enlaces químicos con el calcio del barrillo dentinario, la tercera generación usa la técnica de grabado selectivo, la cuarta y quinta generación usan la técnica de grabado total, la sexta y séptima generación usan la técnica de autograbado, y finalmente, la octava generación puede usar tanto el mecanismo de grabado total como el de autograbado, según la situación clínica.

9. Recomendaciones

Las tres primeras generaciones por sus malas características clínicas no se recomiendan su uso actualmente. Con respecto a la cuarta y quinta generación, su uso es recomendado gracias a su buena fuerza de adhesión tanto a dentina como a esmalte, a pesar de que ya ha pasado bastante tiempo de su salida al mercado

Se recomienda el uso de la cuarta y quinta generación para los casos de restauraciones directas de composite, gracias a sus grandes fuerzas de unión tanto a esmalte como a dentina, además es una buena opción para restauraciones indirectas, de compómeros y metales. Por otra parte, la sexta y séptima generación son grandes opciones en los tratamientos de restauraciones posteriores, gracias al inexistente dolor postoperatorio de estos adhesivos, y aceptables fuerzas de unión, mientras que la octava generación es la más versátil, al poder ser usado como adhesivo de grabado total como de autograbado, y adecuarse a la situación clínica que se le presente.

Finalmente, este estudio abre la puerta para futuras investigaciones que se puedan realizar sobre los sistemas adhesivos, donde se recomienda el uso de nuevas metodologías, como podría ser una comparación de carácter experimental, y corroborar de esa manera, las diferencias que pueden existir entre cada una de las generaciones de sistemas adhesivos.

10. Bibliografía

- Alex, G. (2015). Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry? *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*. Obtenido de [https://www.michigandental.org/Portals/pro/AnnualSession/2019/Handouts/Friday/Alex - Dental Materials.pdf](https://www.michigandental.org/Portals/pro/AnnualSession/2019/Handouts/Friday/Alex-DentalMaterials.pdf)
- Banjar, A., & Nassar, H. (2022). Universal Dental Adhesives: Cost-Effectiveness and Duration of Use. *Applied Sciences (Switzerland)*, 1-9. doi:10.3390/app12010487
- Barrancos, P. (2015). *Barrancos Mooney: Operatoria Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética* (5 ed.). Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bedran, A., Leme, A., Vidal, C., & Teixeira, E. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface. *Dental Clinics of North America*, 713-731. doi:10.1016/j.cden.2017.06.001
- Berrios, E. (2014). Adhesión En Dentística Restauradora: Evolución Y Estado Actual. *Revista Medica Basadrina*, 61-64. Obtenido de <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rmb/article/view/568/918>
- Carillo, C. (2018). Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). *Adm*, 135-142. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/adm/2018/od183.pdf#page=21>
- Chauhan, U., Dewan, R., & Goyal, N. (2020). Comparative Evaluation of Bond Strength of Fifth, Sixth, Seventh, and Eighth Generations of Dentin Bonding Agents: An In Vitro Study. *Journal of Operative Dentistry & Endodontics*, 69-73. doi:10.5005/jp-journals-10047-0103
- Elmarakby, A., Alfawaz, S., Aljumaah, R., Alassaf, M., Alshalawi, F., Alnahdi, M., . . . Sultan, M. (2017). Past and New Strategies of Dental Adhesive Systems Past and New Strategies of Dental Adhesive Systems. *Ohdm*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320213036_Past_and_New_Strategies_of_Dental_Adhesive_Systems
- Filho, H., Fares, N., Fiuza, C., Nagem, H., & Pereira, M. (2014). Adhesives systems – classification. *Full Dent. Sci*, 655-660. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/272476475_Adhesives_systems_-_classification

- Freedman, G., Kaver, A., & Afrashtehfar, K. (2019). Evolución de la Adhesión Dental: Pasado, Presente y Futuro. *ResearchGate*, 10-22. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335442274_Dental_Adhesives_Evolution_Past_Present_and_Future_Evolucion_de_la_Adhesion_Dental_Pasado_Presente_y_Futuro
- Freedman, G., Kaver, A., Leinfelder, K., & Afrashtehfar, K. (2017). Sistemas de adhesivos dentales: 7 generaciones de evolución. *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/319532055_Dental_adhesive_systems_Seven_generations_of_evolution_Sistemas_de_adhesivos_dentales_7_generaciones_de_evolucion
- Froehlich, L., Rosin, M., Mazur, N., Sampaio, B., Pezzini, H., Zanchin, C., . . . Benassi, E. (2021). Sistemas adesivos: uma revisão da literatura. *Research, Society and Development*. doi:10.33448/rsd-v10i2.12612
- Garcilazo, A., Miguelena, K., Guerrero, J., Rios, E., & Bonilla, R. (2019). Factores que afectan y mejoran la adhesión en dentina, una puesta al día. Una revisión de la literatura. *ADM*, 162-168. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/COMPLETOS/adm/2019/od193.pdf#page=42>
- Garrofé, A., Martucci, D., & Picca, M. (2014). Adhesión a tejidos dentarios. *Revista de la Facultad de Odontología - Repositorio UBA*, 5-13. Obtenido de http://odontologia.uba.ar/wp-content/uploads/2018/06/vol29_n67_2014_art1.pdf
- Giannini, M., Makishi, P., Almeida, A., Moreira, P., Marin, B., Nikaido, T., & Tagami, J. (2015). Self-Etch adhesive systems: A literature review. *Brazilian Dental Journal*, 3-10. doi:10.1590/0103-6440201302442
- Hamdy, T. (2018). Modifications of Dental Adhesive Systems. *Journal of Dental Health, Oral Disorders & Therapy*. doi:10.15406/jdhodt.2018.09.00319
- Hayashi, M. (2020). Adhesive Dentistry: Understanding the Science and Achieving Clinical Success. *Dental Clinics of North America*, 633-643. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.05.001>

- Joseph, P., Yadav, C., Satheesh, K., & Rahna, R. (2013). Comparative Evaluation of the Bonding Efficacy of Sixth, Seventh and Eighth Generation Bonding Agents: an in Vitro Study. *International Research Journal of Pharmacy*, 143-147.
doi:10.7897/2230-8407.04930
- Lerate, F. (2021). CONCEPTOS ACTUALES DE LA ADHESION A LA DENTINA: Una revisión sistemática. *Universidad de Sevilla*, 1-28. Obtenido de [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/134870/TFG_494-LERATE DIAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/134870/TFG_494-LERATE_DIAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mandri, M., Aguirre, A., & Zamudio, M. (2015). Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora. *Odontoestomatología*, 50-56. Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S1688-93392015000200006&script=sci_arttext
- Mendoza, F., Rosero, J., & Rosero, J. (2020). Fallos de adhesivos dentinarios, las causas determinantes. Una revisión de la literatura. *Reciamuc*, 127-135.
doi:10.26820/reciamuc/4.(1).enero.2020.127-135
- Miranda, K. (2021). Principios Y Protocolos Prácticos De Adhesión Dentinaria. *Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56135>
- Parra, M., & Garzón, H. (2012). Sistemas adhesivos autograbadores, resistencia de unión y nanofiltración: una Revisión. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 133-150. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2012000200011
- Pérez, D. (2022). Fallos de los diferentes sistemas adhesivos en las estructuras de esmalte y dentina. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL*. Obtenido de <http://201.159.223.180/bitstream/3317/17822/1/T-UCSG-PRE-MED-ODON-670.pdf>
- Poticny, D. (2013). Adhesive systems continue to evolve: A case report. *Dentistry Today*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/236975678_Adhesive_systems_continue_to_evolve_A_case_report

- Ramos, G., Calvo, N., & Fierro, R. (2015). Adhesión convencional en dentina, dificultades y avances en la técnica. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 468-486. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfoua/v26n2/v26n2a13.pdf>
- Ramos, R. (2020). SISTEMAS ADHESIVOS DE USO ODONTOLÓGICO. *Universidad de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49804>
- Sebold, M., Bosso, C., Ometto, B., Breschi, L., & Giannini, M. (2021). Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development: a narrative review. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 1941-1967.
doi:<https://doi.org/10.1080/01694243.2020.1865611>
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive - A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 194-206.
doi:10.1016/J.RPEMD.2014.07.004
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di Stomatologia*. doi:10.11138/ADS/2017.8.1.001

11. Anexos

Anexo 1. Informe de aprobación y pertinencia del proyecto.

Carrera de
Odontología

MEMORÁNDUM N° 131 -DCO-FSH-UNL

PARA: Odt. Esp. Susana González Eras
DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA UNL

DE: Odt. Esp. Andrés Barragán Ordóñez
DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA FSH-UNL.

FECHA: 21 de agosto de 2022

ASUNTO: Emitir informe de pertinencia sobre la estructura, coherencia y pertinencia del Trabajo de Integración Curricular de autoría de **Darío Javier Palacios Vásquez.**

Con un cordial saludo, en cumplimiento a lo establecido en el Art. 225 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, me dirijo a Usted con la finalidad en donde **EMITO QUE LE EL INFORME ES PERTINENTE Y COHERENTE EL PROYECTO DEL TEMA “EVOLUCIÓN DE LAS DISTINTAS GENERACIONES DE SISTEMAS ADHESIVOS USADOS EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA REVISION BIBLIOGRAFICA DEL ESTUDIANTE DARIO JAVIER PALACIOS VASQUEZ.**

Particular que comunico para los fines pertinentes

Atentamente,



ODT. ESP. ANDRES BARRAGAN ORDOÑEZ
DOCENTE TITULAR DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA

Anexo 2. Designación de director de Trabajo de Integración Curricular



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
de la Salud
Humana

OF. 551-DCO-FSH-UNL
Loja, 15 de diciembre de 2022

Odt. Esp. Andrés Barragán Ordóñez

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA FACULTAD DE LA SALUD HUMANA DE LA UNL

Presente. -

En atención a la petición presentada por el estudiante **Dario Palacios Vasquez** y, de acuerdo a lo establecido en el Art. 228 del Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, una vez emitido el informe favorable del trabajo de integración curricular o de titulación denominado **"EVOLUCIÓN DE LAS DISTINTAS GENERACIONES DE SISTEMAS ADHESIVOS USADOS EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA REVISION BIBLIOGRAFICA** me permito designar a usted Directora del trabajo de integración curricular o de titulación autorizando su ejecución.

"El director del trabajo de integración curricular o de titulación será responsable de asesorar y monitorear con pertinencia y rigurosidad científico-técnica la ejecución del proyecto y de revisar oportunamente los informes de avance, los cuales serán devueltos al aspirante con las observaciones, sugerencias y recomendaciones necesarias para asegurar la calidad de la investigación. Cuando sea necesario, visitará y monitoreará el escenario donde se desarrolle el trabajo de integración curricular o de titulación".

Particular que comunico para los fines pertinentes,

Atentamente

Odt. Esp. Susana González Eras

DIRECTORA DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA DE LA FSH.

Elaborado por: Dra. Elsa Pineda Pineda
Analista de Apoyo a la Gestión Académica
C.c. Archivo, estudiante

Anexo 3. Certificado de traducción del resumen



Loja, 15 de noviembre de 2023

Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN INGLÉS

CERTIFICO:

Yo, Karina Yajaira Martínez Luzuriaga con cédula de identidad Nro. 1104902679, Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés por la Universidad Técnica Particular de Loja, con número de registro 1031-2022-2574017 en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, señalo que el presente documento es fiel traducción del idioma Español al idioma Inglés del resumen del Trabajo de Titulación denominado "Evolución de las distintas generaciones de sistemas adhesivos usados en Odontología restauradora – Revisión Bibliográfica" elaborado por el Sr. Dario Javier Palacios Vásquez, con cédula de identidad Nro. 1105167835, estudiante egresado de la carrera de Odontología de la Universidad Nacional de Loja.



Lic. Karina Yajaira Martínez Luzuriaga

C.I. 1104902679

REGISTRO SENESCYT N°: 1031-2022-2574017