



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Ciencias de la Conducta

Doctorado en Ciencias de la Salud

**“Evaluación de la adhesión *in vitro* de brackets
ortodóncicos con el procedimiento indirecto”**

TESIS

Para Obtener el Grado de:
Doctora en Ciencias de la Salud
Presenta:

M. en Ort. Chrisel Zárate Díaz
Número de cuenta: 8921801

Comité Tutorial:

Dr. en O. Rogelio José Scougall Vilchis
Director de tesis

Dra. en O. Blanca Silvia González López
Asesor

Dr. en O. Josué Roberto Bermeo Escalona
Asesor



Toluca, México; septiembre de 2020.

| CONTENIDO | Pág. |
|--|-------------|
| Resumen..... | 4 |
| Introducción..... | 7 |
| 1. Antecedentes..... | 9 |
| 1.1 Historia de la adhesión en Ortodoncia..... | 9 |
| 1.2 Adhesión directa en Ortodoncia..... | 10 |
| 1.3 Adhesión indirecta en Ortodoncia..... | 12 |
| 1.3.1 Los adhesivos en la técnica de adhesión indirecta..... | 14 |
| 1.3.2 Aspectos relevantes del procedimiento de adhesión indirecta..... | 17 |
| 2. Planteamiento del problema..... | 19 |
| 3. Justificación..... | 21 |
| 4. Hipótesis..... | 22 |
| 5. Objetivos..... | 23 |
| 5.1 Objetivo general..... | 23 |
| 5.2 Objetivos específicos..... | 23 |
| 6. Diseño metodológico..... | 24 |
| 6.1 Diseño del estudio..... | 24 |
| 6.2 Universo y muestra..... | 25 |
| 6.3 Criterios de inclusión y exclusión..... | 25 |
| 6.4 Variables..... | 25 |
| 6.5 Procedimiento..... | 26 |
| 6.6 Recolección de datos..... | 31 |
| 6.7 Análisis de datos..... | 31 |
| 6.8 Aspectos éticos..... | 32 |
| 7. Resultados..... | 33 |
| 7.1 Capítulo de libro aceptado..... | 33 |
| 7.1.1 Título de capítulo de libro aceptado..... | 33 |
| 7.1.2 Página frontal del manuscrito..... | 33 |
| 7.1.3 Carta de aceptación..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 7.2 Artículo enviado..... | 35 |
| 7.2.1 Título de artículo enviado..... | 35 |
| 7.2.2 Página frontal del manuscrito..... | 35 |
| 7.2.3 Carta de envío del artículo..... | 37 |
| 8. Resultados adicionales..... | 38 |
| 9. Discusión general..... | 46 |
| 10. Conclusiones generales..... | 52 |
| 11. Bibliohemerografía utilizada..... | 53 |
| 12. Anexos..... | 60 |
| 12.1 Formato para el registro de valores de RD e IAR | 60 |
| 12.2 Carta de consentimiento informado | 61 |
| 12.3 Carta de asentimiento | 63 |
| 12.4 Aviso de Privacidad de la Universidad Autónoma del Estado de México.. | 64 |
| 12.5 Fundamentos éticos..... | 67 |

Resumen

La sofisticación que actualmente existe en el diseño de los brackets ortodóncicos preajustados, ha determinado que durante las consultas no se requieran tantos dobleces en el alambre para mejorar la posición de los dientes; sin embargo, se ha vuelto indispensable, su colocación correcta sobre los dientes desde el inicio del tratamiento, con el fin de favorecer la expresión correcta de la información contenida en su diseño. Esto ha significado que, como resultado de los tratamientos vanguardistas de ortodoncia, las consultas son más cortas, se logra una mejor oclusión, y además se obtienen, superficies del esmalte menos agredidas al retirar la aparatología, no sólo por la disminución en el número de recolocaciones de brackets mal posicionados, sino también por el uso de novedosos sistemas de adhesión. El procedimiento de adhesión indirecta (AI) en Ortodoncia, se ha probado como un método mediante el cual, los brackets pueden ser posicionados de forma rápida, precisa y consistente, especialmente en las zonas posteriores de las arcadas, gracias al empleo de modelos de estudio del paciente.

En esta investigación que consistió de dos fases, se estudió la adhesión indirecta a dientes premolares humanos, de dos tipos de brackets. En la primera fase se probaron brackets metálicos de autoligado (In Ovation "R" CCO. Tomy Inc. Tokio, Japón), y en la segunda, brackets cerámicos policristalinos (Clarity ADVANCED. 3M Unitek. Monrovia, CA, E.U.A.). En ambas fases, el experimento consistió en evaluar el uso de dos agentes adhesivos empleando AI (grupos experimentales), en relación con su resistencia a desprenderse del esmalte dental (RD), la cual fue evaluada con una máquina universal de pruebas; además, se determinó el índice de adhesivo remanente (IAR), correspondiente a la cantidad de adhesivo identificada sobre el esmalte después de desprender los brackets, la cual se clasificó dentro de cuatro categorías (0 = 0% de adhesivo sobre el esmalte, 1 < 50%, 2 > 50% y 3 = 100% del adhesivo con la impresión de toda la base del bracket sobre el esmalte). Ambos grupos experimentales fueron comparados entre sí y con un grupo control, al cual se trató con la técnica de adhesión directa (AD), más común hoy en día. En las dos fases de este estudio, el grupo control fue adherido con una resina viscosa de fotocurado (Transbond Plus CC. 3M Unitek), y los grupos experimentales se adhirieron indirectamente, uno con resina fluida de fotocurado (Transbond Supreme LV. 3M Unitek), y el otro, con un sistema adhesivo de autocurado (Sondhi Rapid Set. 3M Unitek).

Los resultados de la primera fase de esta investigación, mostraron que la RD promedio de todos los grupos, sobrepasó los valores recomendados para una adhesión clínica exitosa

(6 – 8 MPa). De acuerdo con el análisis estadístico, solo existió diferencia significativa entre el grupo I (13.07 MPa \pm 3.75 MPa), y el grupo II (10.05 \pm 4.40 MPa) ($P = 0.005$). El valor medio de RD para el grupo III fue de 12.13 MPa \pm 5.85. El análisis de Weibull, a través de dos de sus tres parámetros, determinó que la AI es menos confiable que la AD; por un lado, la fuerza de desprendimiento asociada con el 10% de fallas en la adhesión, fue de casi la mitad para los grupos experimentales (II = 4.23 MPa; III = 3.83 MPa) en relación con la del grupo control (I = 7.57 MPa); además, el módulo de Weibull (parámetro adimensional) al ser más bajo en los grupos experimentales, mostró que la AI tuvo valores más dispersos, asociados a una estructura menos uniforme de las resinas empleadas en ambos grupos (I = 3.43; II = 2.24; III = 1.73). En cuanto al IAR, se comprobó una asociación significativa entre esta variable y el tipo de adhesión empleado ($\chi^2 = 45.80$; $P < 0.001$). En el grupo I, el valor más frecuente fue IAR-2, en el grupo II fue IAR-1, mientras que para el III fue IAR-0.

En la segunda fase, los resultados mostraron que la RD promedio en los tres grupos estudiados, sobrepasó el rango aceptado para una adhesión clínica exitosa. El valor promedio de RD para el grupo control (I = 21.64 MPa \pm 5.95), fue significativamente más alto que el de ambos grupos experimentales (II = 8.18 MPa \pm 3.70; III = 11.27 MPa \pm 4.53; $P < 0.001$), siendo el grupo control, el único que sobrepasó 14.5 MPa, valor identificado como el límite máximo de tensión para el esmalte, y el único en el que se encontraron fracturas del esmalte al realizar la prueba de RD. A su vez, la comparación entre ambos grupos experimentales demostró que la RD promedio del grupo III, fue significativamente más alta que la del grupo II ($P = 0.013$). Por otra parte, según el análisis de Weibull, la probabilidad asociada con el 10% de fallas, mostró que el grupo con AD tuvo una resistencia al desprendimiento, casi del doble que los grupos con AI (I = 7.57 MPa, II = 4.23 MPa y III = 3.83 MPa); además, los valores para el módulo (I = 3.43, II = 2.24 y III = 1.72) demostraron que las mediciones obtenidas en los grupos experimentales fueron más inconsistentes. En relación con los resultados del IAR, la asociación entre el tipo de adhesión y el remanente de adhesivo sobre el esmalte, resultó significativa, predominando el valor 3 en el grupo control, y el valor 1 en ambos grupos experimentales.

Como conclusión, se encontró que los dos adhesivos probados en esta investigación, se comportaron de manera eficiente, al ser usadas con AI, tanto para los brackets metálicos de autoligado, como para brackets cerámicos policristalinos. En ambos casos, la RD de los brackets adheridos indirectamente con la resina fluida fotopolimerizable, resultó la más baja; quizá esto se debió, a que la polimerización del material fue incompleta, pues las guías

para la AI representan un obstáculo para el paso de la luz necesaria para fotocurar el adhesivo, aun cuando estas sean elaboradas con un material translúcido. Sin embargo, ningún bracket se desprendió al retirar las guías de los dientes después de haber colocado los brackets. Cabe recalcar, que la combinación de brackets cerámicos y adhesión indirecta, al resultar en una RD menor pero eficiente, pudiera considerarse como una buena alternativa para proteger el esmalte dental de fracturas al retirar la aparatología, ante los valores de RD más altos, presentes en la adhesión directa de los brackets cerámicos.

Introducción

Los procedimientos en Ortodoncia experimentan una evolución continua, debido en gran medida a los avances en la ciencia de los materiales dentales. Por esta razón, resulta indispensable que tanto los profesionales, como los estudiantes de la especialidad, cuenten con información actualizada y accesible. Gracias a las publicaciones científicas esto ha sido posible desde hace varias décadas, siendo cada vez más específica la información que se puede encontrar en los artículos de investigación; entre muchos temas, uno de gran importancia es el procedimiento de adhesión en Ortodoncia, pues gracias a este descubrimiento, el tratamiento ortodóncico evolucionó de manera extraordinaria. Dicho procedimiento ha tenido grandes avances desde que aparecieran los primeros datos al respecto, en los años 50 del siglo pasado. Se han propuesto múltiples modificaciones en relación con los materiales usados para adherir los aditamentos ortodóncicos, así como también, en cuanto a la metodología para acondicionar el esmalte dental y adherir la aparatología. Para este fin, actualmente se demanda un procedimiento que no solo requiera de poco tiempo en el sillón dental, sino que además sea mínimamente invasivo para el diente y que a la vez favorezca que los aparatos, soporten cada vez mejor las condiciones en la boca de los pacientes; siendo un requisito indispensable, el resistir a las fuerzas de la masticación y de la aparatología, sin desprenderse del diente, hasta que el tratamiento haya sido terminado y el clínico decida retirarlos, realizando este procedimiento con el menor daño a la superficie del esmalte dental.

Desde esta perspectiva, dos variables estudiadas ampliamente, han sido la resistencia al descementado de los brackets ortodóncicos (RD), la cual es la fuerza que soporta un aditamento antes de desprenderse de la superficie del esmalte dental; y el índice de adhesivo remanente (IAR), que es la determinación subjetiva de la cantidad de adhesivo que queda sobre el esmalte, una vez que el bracket es retirado del diente.

Gracias al esfuerzo constante de numerosos investigadores, actualmente puede adherirse la aparatología ortodóncica siguiendo dos protocolos distintos, el más común es el procedimiento de adhesión directa (AD), en el cual cada bracket se cementa sobre el diente correspondiente, en la boca del paciente. La segunda opción, es el procedimiento de adhesión indirecta (AI), en el que se posicionan los brackets sobre modelos de yeso del paciente, para después transferirlos mediante unas guías, a los dientes de manera conjunta y más precisa. Tanto el método directo como el indirecto, han sido ampliamente estudiados en relación con numerosas variables que se involucran en cada uno de estos, tratando de

identificar si alguno es superior al otro. Existe la gran ventaja con AI, de que la adhesión de los brackets a los dientes es más sencilla, rápida y precisa; sin embargo, todavía no es el procedimiento de elección entre la mayoría de los ortodontistas, debido a que existen varias combinaciones de materiales y metodologías, que pueden ser aplicados a este tipo de adhesión, los cuales no han sido evaluados; por lo que la investigación al respecto podría fundamentar la aceptación de este procedimiento, en favor de un tratamiento de ortodoncia más eficiente y efectivo.

Ante este panorama, se desarrolló este proyecto de investigación, con la finalidad de proporcionar a los especialistas, información científica actualizada en relación con el procedimiento de AI, el cual se llevó a cabo en dos etapas. En una primera etapa, se usaron brackets metálicos de autoligado adheridos *in vitro* con AI, usando dos tipos de adhesivos, una resina fotocurable de baja viscosidad, y un sellador autocurable. El objetivo fue evaluar la RD y el IAR, y compararlos con los obtenidos para la AD. En la segunda etapa, se realizó el mismo experimento, con brackets cerámicos policristalinos.

1. Antecedentes

1.1 Historia de la adhesión en Ortodoncia

Los dientes mal posicionados, han sido un problema para el ser humano desde tiempos inmemoriales, y los intentos por corregir esta alteración se remontan como mínimo 1,000 años a.C., habiéndose encontrado en excavaciones griegas y etruscas aparatos ortodóncicos primitivos sorprendentemente bien diseñados. Con el desarrollo de la Odontología en los siglos XVIII y XIX, varios autores describieron diferentes dispositivos para alinear los dientes, los cuales fueron utilizados esporádicamente por los dentistas de la época. A partir de 1850, aparecieron los primeros tratados que hablaron sistemáticamente de Ortodoncia, siendo el más notable "Oral deformities", de Norman Kingsley.¹

Hacia 1890, el trabajo de E. H. Angle sobre la oclusión en la dentición natural, lo llevó al desarrollo de la Ortodoncia como especialidad. En el año 1907, sus tratamientos consistían en brackets soldados a bandas metálicas ajustadas a cada diente, lo cual hacía tanto la preparación de los aditamentos, como su colocación, muy laboriosa y demandante para el clínico; además, este tipo de aparatología multibandas tenía varias desventajas como el tiempo excesivo requerido para su colocación, la existencia de diastemas después del retiro de los aparatos, una apariencia antiestética, irritación de los tejidos blandos, así como grandes zonas de descalcificación en el esmalte debido a la retención de placa dentobacteriana.^{2,3}

Un avance sumamente importante para la Ortodoncia, fue el descubrimiento de un método para adherir aditamentos ortodóncicos a la superficie dental. Michael Buonocore,⁴ fue quien se convirtió en un pionero de la ciencia odontológica, al proponer un procedimiento para adherir restauraciones de acrílico a la estructura dental, mediante el acondicionamiento de la superficie del esmalte con ácido fosfórico (H_3PO_4) en una concentración de 85% durante 30 segundos. Retief y cols.⁵ investigaron el uso del ácido fosfórico en una concentración de 50% durante un minuto, obteniendo una fuerza de adhesión clínicamente exitosa. Esta técnica de grabado ácido del esmalte consiste en un proceso de intercambio mediante el cual, la materia inorgánica del diente es reemplazada por una resina sintética. Este proceso involucra dos fases; la primera consiste en remover fosfatos de calcio $[Ca_3(PO_4)_2]$, con lo cual son expuestas microporosidades en la superficie tanto del esmalte como de la dentina, mientras que la segunda fase se denomina hibridación e involucra la infiltración y subsecuente polimerización *in situ* de la resina, dentro de las microporosidades

superficiales creadas. Esto se traduce en una retención mecánica, basada principalmente en un mecanismo de difusión, el cual es un proceso físico irreversible en el que partículas materiales se introducen en un medio en el que inicialmente estaban ausentes. Mientras que las retenciones micromecánicas son consideradas un prerrequisito para lograr una buena adhesión en circunstancias clínicas, existe un beneficio potencial a partir de interacciones químicas adicionales entre el monómero funcional de la resina y los componentes del sustrato dental, las cuales recientemente han atraído la atención de las investigaciones, por lo que en la actualidad se está dando especial atención a los roles que juegan los mecanismos de adhesión micromecánicos y químicos, correlacionando las características morfológicas y químicas de las interacciones en la interfase diente-material, al usar distintos tipos de adhesivos.⁶

1.2 Adhesión directa en Ortodoncia

Utilizando los fundamentos de la adhesión propuestos por Buonocore, George Newman³ en Estados Unidos (1965) y Fujio Miura⁷ en Japón (1971), propusieron un procedimiento clínico que consiste en la cementación de un bracket sobre la superficie del esmalte de cada uno de los dientes en la boca del paciente, utilizando como adhesivo resinas acrílicas. A este procedimiento se le conoce actualmente como el sistema de adhesión directa (AD) en el tratamiento de ortodoncia; en su forma más convencional involucra tres pasos, en los cuales se lleva a cabo sucesivamente el acondicionamiento del esmalte mediante un ácido grabador, seguido por la aplicación de un agente promotor de la adhesión (*primer*) y por último la aplicación del agente de unión o resina adhesiva. Sin embargo, existen otras dos versiones de este procedimiento, una versión simplificada de dos etapas que combina el segundo y tercer pasos conocida como “grabar y lavar”, y otra más de un solo paso conocida como “autograbado”.^{6,8} (Figura 1)

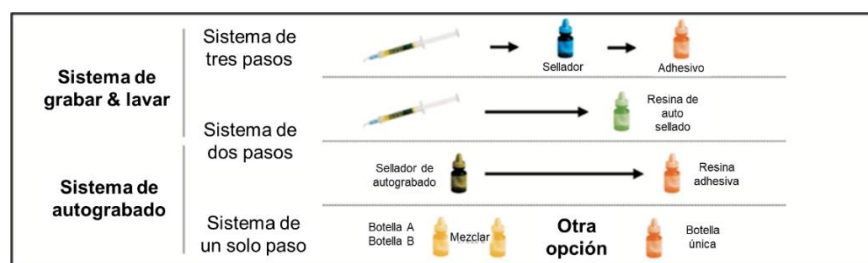


Figura 1. Tipos de adhesivos. Pereira JR, Pamato S, Vargas M, Newton F Jr. State of the Art of Dental Adhesive Systems. Curr Drug Deliv 2018;15:610-9.

Lo que sucede microscópicamente en el diente al aplicar estos procedimientos, es la disolución selectiva de los cristales de hidroxiapatita a través del grabado (en la actualidad, este procedimiento es comúnmente realizado con ácido fosfórico en gel a una concentración entre 30 – 40%).^{2,6} El tiempo de grabado puede variar de 15 a 60 segundos, sin comprometer la fuerza de adhesión. Se ha demostrado que la duración del grabado por fuera de este rango de tiempo, disminuye la resistencia que presenta un bracket a desprenderse, en condiciones clínicas.^{2,9} La etapa de grabado ácido es seguida por una polimerización *in situ* de la resina que es rápidamente absorbida mediante atracción capilar hacia las fosas creadas por el grabado ácido, envolviendo individualmente los cristales expuestos de hidroxiapatita. Dos tipos de anclajes de resina se entrelazan dentro de las fosas creadas por el grabado ácido; los macro-anclajes, que rellenan los espacios alrededor de los prismas del esmalte, mientras que se producen numerosos micro-anclajes por la infiltración/polimerización de la resina en las diminutas fosas ubicadas en el centro de los prismas del esmalte grabado (Figura 2). Se cree que estas últimas son las responsables de contribuir en mayor grado, a la retención al esmalte dental.⁶

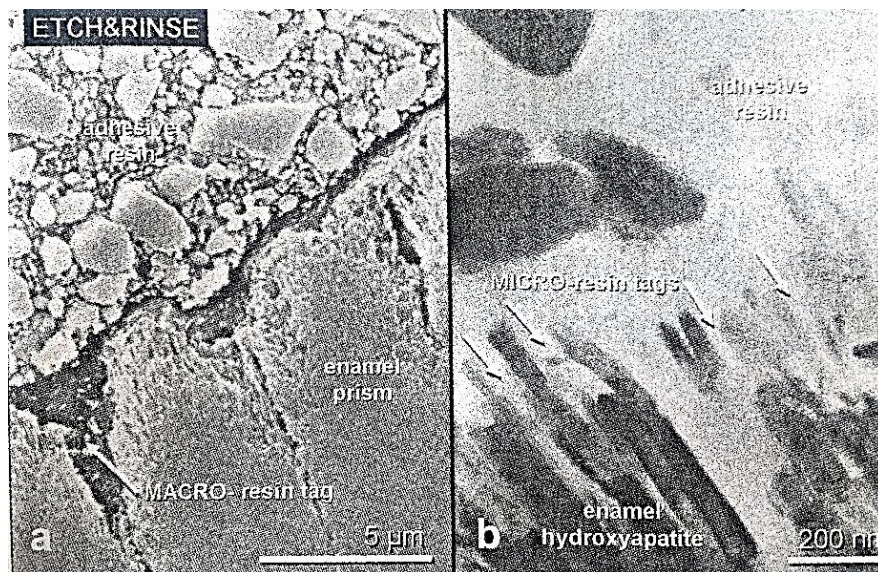


Figura 2. a. (izq.) Microfotografía electrónica de barrido de emisión de campo (Fe-SEM), y **b.** (der.) microfotografía electrónica de transmisión (TEM) de la interfase esmalte-resina ilustrando la existencia de un entrelazado micromecánico de resina dentro de las fosas de grabado creadas con el grabado ácido convencional. Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas S, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003;28:215-35.

En el procedimiento de AD más convencional, de tres pasos, al final del periodo de grabado, todo el ácido presente en el diente se elimina lavando con abundante agua en spray, preferentemente libre de contaminantes, para después secar la superficie del esmalte que adquiere un aspecto blanquecino poroso, de modo que posteriormente se adhiere un bracket a cada diente, con el tipo de resina elegido, para así dar inicio al tratamiento de ortodoncia en un paciente.

1.3 Adhesión indirecta en Ortodoncia

Existe un segundo método para la colocación de brackets, el procedimiento de adhesión indirecta (AI), descrito inicialmente por Silverman y cols.¹⁰ en 1972, cuyo objetivo era el de contar con una técnica que permitiera colocar los aditamentos de manera más precisa, en un mínimo de tiempo de trabajo en el sillón dental. Este sistema constaba de una primera etapa que debe llevarse a cabo en el laboratorio, preparando un juego de modelos de yeso de las arcadas dentales del paciente y barnizándolo con un separador, para posicionar de manera exacta sobre cada diente el bracket correspondiente, pegándolo al yeso, mediante un adhesivo hidrosoluble; posteriormente se elaboraba una guarda, con una hoja de acetato transparente térmicamente adaptada sobre el modelo con los brackets adheridos; en seguida, el modelo con su guarda eran sumergidos en agua tibia para eliminar el adhesivo entre la base del bracket y el yeso, de modo que al retirar la guarda del modelo, los brackets tenían sus bases limpias, y quedaban embebidos dentro de la guarda en sus posiciones exactas. Esta guarda usada como guía, permitía posteriormente, colocar todos los brackets en la boca de una sola intención, o por grupos. La segunda etapa del procedimiento de AI, es la cita clínica con el paciente, en la cual se realiza el acondicionamiento de la superficie del esmalte de la misma forma que para la técnica de AD convencional. Mediante las guías elaboradas en el laboratorio, los brackets, se posicionaban sobre los dientes, con un adhesivo autopolimerizable colocado en la base del bracket, mientras el esmalte dental había sido barnizado con un sellador polimerizado con luz ultravioleta. De este modo, lograban colocar toda la aparatología en tan solo 10 a 15 minutos, en una posición correcta.

Gracias al procedimiento realizado en el laboratorio, con el método de AI, se logra colocar los brackets con una mayor precisión, al tener una mejor visibilidad sobre cada diente, esto resulta principalmente ventajoso en la zona posterior de las arcadas pues se facilita la adhesión eficiente y eficaz de aditamentos directos sobre los molares, evitando así la adaptación de bandas y la colocación de separadores, lo cual compromete la comodidad e higiene del paciente;¹¹ por otra parte, se ahorra mucho tiempo en el sillón dental, no sólo

en la cita de colocación de la aparatología, sino también en las citas subsecuentes, al disminuir la necesidad de recolocación de brackets, o de hacer dobleces de compensación debido a una posición incorrecta de los aditamentos, disminuyendo así el cansancio tanto del paciente como del clínico;¹² gracias a esto, se puede mejorar la comunicación con el paciente y/o sus padres, tan necesaria en las etapas iniciales del tratamiento.¹³ Estas ventajas, han hecho que este método de adhesión haya ido ganando popularidad entre los ortodontistas; sin embargo, ante las novedades en alguna técnica siempre existe temor a explorarlas; a este respecto, se ha reportado en la literatura, que no más del 18% de la práctica de ortodoncia en los Estados Unidos, emplea la técnica de AI;¹⁴⁻¹⁶ a pesar de esto, es el procedimiento de elección para la técnica de ortodoncia lingual, debido a las complicaciones y el alto costo para fabricar un bracket estándar que se adapte a las variaciones en la estructura lingual de los dientes, la cual es poco familiar para el ortodontista, además de que es complicado obtener una visibilidad ideal para la adhesión de los aditamentos de ortodoncia, y si existe un error en la posición de los brackets, es difícil hacer dobleces de compensación en el alambre para corregirlo.^{17,18}

Varios autores han descrito algunas desventajas de la técnica indirecta, entre las cuales se encuentran un costo más elevado, la necesidad de un juego extra de modelos del paciente, mayor trabajo de laboratorio, la inexistencia de resinas diseñadas específicamente para este procedimiento, el requerimiento de un trabajo preciso tanto en el laboratorio como en la clínica, y la dificultad de aplicar la técnica en dientes muy girados o con coronas clínicas muy cortas.^{13,19,20} Zachrisson^{18,21} por su parte, reportó la mayor dificultad para la remoción del exceso de adhesivo sobre los dientes después de la colocación de los brackets, el mayor riesgo de déficit de adhesivo debajo de los mismos, y tasas de fracaso más altas en la adhesión; según él, debido a que los brackets no podían ser adaptados íntimamente a la superficie dental, lo que le da un grosor excesivo al adhesivo, además de ser difícil obtener una polimerización completa del mismo.

Ante estos inconvenientes, en 1979 Thomas²² modificó la técnica de Silverman, usando las resinas con relleno de autocurado Concise o Dyna-Bond (3M), para cementar los brackets sobre el modelo de yeso, elaborando así una base de resina individualizada para cada bracket, que copiaba fielmente la superficie de cada diente; sobre ella se barnizaba un sellador compuesto de dos líquidos, uno era el catalizador colocado sobre la superficie del esmalte, y el otro era una resina base aplicada al bracket, de modo que al entrar en contacto ambos líquidos, se producía la polimerización de la resina, y el bracket quedaba adherido

al diente; esto se realizaba con la ayuda de la guía que era fabricada con dos hojas de acetato transparente; una hoja suave se colocaba primero sobre el modelo y otra rígida fabricada encima de la anterior. Existían varias dificultades al utilizar la técnica de Thomas; una de ellas era la falta de control sobre el tiempo del que se disponía para cementar clínicamente los brackets sobre los dientes, pues ante la falta de pericia para colocar las guías portadoras de los brackets, el tiempo resultaba demasiado breve,²³ o muy prolongado si la guía era posicionada rápidamente en la boca, teniendo que esperar varios minutos antes de retirarla, con el fin de evitar fallas en la adhesión de los brackets debido a una polimerización incompleta del adhesivo.¹⁵ Estos inconvenientes eran debidos, al uso de una resina autopolimerizable que había sido diseñada para la adhesión directa de los brackets;¹⁹ por lo que en años posteriores, se propusieron varias alternativas para solucionar este problema. Una de ellas fue la técnica modificada de Thomas, que consistía en mezclar la base y el catalizador que componían el sellador, para asegurar su polimerización completa, así como acortar el tiempo de trabajo en la boca del paciente.²⁴

1.3.1 Los adhesivos en la técnica de adhesión indirecta

Ante las distintas complicaciones al cementar brackets ortodóncicos con el procedimiento indirecto, se implementó el uso de otros dos tipos de resinas, con el propósito de lograr un mayor control sobre el tiempo de trabajo. En este contexto, el siguiente avance en la AI, ocurrió durante la década de 1980, cuando las resinas de termocurado aparecieron en el mercado.²⁵ Estas fueron usadas para posicionar los brackets en el modelo de yeso, desafortunadamente no eran infalibles; el principal problema resultó ser que algunos brackets sufrían desplazamientos mientras se realizaba el curado de la resina en el laboratorio, ya que los modelos de yeso debían ser calentados hasta 160°C por aproximadamente 15 a 20 minutos en un horno; además, algunos brackets no cerámicos resultaban dañados bajo dichas temperatura, por lo que debían ser adheridos de manera independiente. La cementación clínica de los brackets a los dientes, se llevaba a cabo con resinas o selladores autocurables; este tipo de resinas deben ser empleadas, al usar siliconas opacas para la fabricación de las guías transportadoras, ya que no permite el paso de la luz de una unidad de fotocurado. Para varios clínicos, las resinas autocurables, además de la falta de control sobre el tiempo de trabajo que se mencionó anteriormente, tienen otras desventajas; entre ellas se señalan: la formación de burbujas; el grosor de la capa de resina no es fácilmente controlado, de modo que puede resultar excesivo o insuficiente; además de producir demasiado excedente alrededor de los brackets, y una vez

polimerizadas es más complejo realizar su limpieza, perdiéndose así el tiempo ganado al emplear la técnica de AI.^{11,26,27} Por otra parte, si se usa una guía transparente ya sea de acetato o de silicona, para la colocación de los brackets en la boca, la mejor opción es emplear una resina fotopolimerizable, para aprovechar los beneficios sobre el control del tiempo de trabajo.

Los sistemas adhesivos curados con luz, comenzaron a ser usados clínicamente en los inicios de la década de 1970. Actualmente son ampliamente preferidos por los ortodontistas ya que tienen una mayor profundidad de polimerización en periodos cortos, y su tiempo de trabajo puede ser ampliado de modo controlado, por lo que resultan sistemas de uso cómodo. Hoy en día, la polimerización de resinas tanto en Odontología restauradora, como en Ortodoncia, se lleva a cabo muy comúnmente con fuentes de luz visible empleando filtros, con lo que se han reducido los daños colaterales en los ojos y la piel, como los que se producían con el uso de la luz ultravioleta.¹¹ Los dispositivos más populares para el fotocurado, incluyen lámparas de luz halógena, luz láser, lámparas de plasma (Plasma Arc Carbon o Xenon Arc lamp) y luz LED (Ligth Emiting Diode).^{2,9,28}

En 1984, Tavas y Watts,²⁹ compararon por primera vez el desempeño mecánico de un adhesivo curado con luz visible (ICI Pharmaceuticals.), contra tres tipos de resinas de autocurado, empleando el sistema de AD; además, propusieron la técnica de precargar la base de los brackets con la resina adhesiva, 48 horas antes de colocarlos, almacenándolos en una caja a prueba de luz, con el fin de disminuir el tiempo de trabajo en la clínica. Concluyeron que tanto los adhesivos curados con luz, como los de autocurado, aumentan su fuerza de adhesión gradualmente, debido a que la polimerización continúa a través del tiempo en ambos sistemas;¹⁷ además de que la precarga de los brackets es un procedimiento que ahorra tiempo y no se asocia con una disminución en la fuerza de adhesión. En 1990, Read y O'Brien³⁰ usaron un adhesivo curado con luz para la AI de brackets metálicos; y en 1997 Kasrovi y cols.³¹ usaron nuevamente la técnica de AI de Silverman, realizando la colocación de los brackets en el modelo de yeso con un adhesivo hidrosoluble, obteniendo las bases de los brackets totalmente limpias; posteriormente, adherían los brackets a los dientes con una resina fotopolimerizable (3M Unitek) a través de una guía transparente, hecha con una resina también fotopolimerizable (Denstply). En un reporte de técnica clínica de 1991, Hamula³² enumeró las diversas ventajas de los adhesivos curados con luz, entre las que menciona: 1) tiempo de trabajo ilimitado, 2) menor desplazamiento de los brackets, 3) significativamente menor tiempo en el sillón dental, 4)

menor desperdicio de adhesivo y 5) limpieza más sencilla después de la adhesión, lo que se traduce en una mejor higiene durante el tratamiento.

Después de varios años de investigación sobre la AI de brackets, Sondhi³³ concluyó que las resinas curadas con luz son un material ideal para colocar los brackets sobre los modelos de yeso, y formar la base individualizada de resina elaborada a partir de la técnica propuesta por R. Thomas,²² procedimiento que posee la gran ventaja de crear una superficie que se ajusta de manera precisa sobre la superficie del esmalte de cada uno de los dientes. Esta condición, favorece la disminución de zonas marginales sin resina debajo del bracket, asociadas a la reducción de la fuerza de adhesión al diente,²³ además, existe la disminución de la microfiltración, que consiste en el paso de bacterias y fluido oral,³⁴ debido a la presencia de microespacios en la interfase adhesivo-esmalte o adhesivo-bracket, creados por el encogimiento generado durante la polimerización de las resinas;³⁵ factor decisivo para la aparición de zonas de descalcificación en el esmalte, alrededor y debajo de la base del bracket, que se manifiesta clínicamente como lesiones blancas.³⁶ Sin embargo, en la técnica de AI, la microfiltración está íntimamente relacionada con el buen asentamiento de las guías portadoras de los brackets sobre los dientes.^{21,35}

Una vez obtenida la base individualizada, debe usarse otro agente para adherir el bracket al diente. Diversos autores han sugerido distintos materiales, siendo actualmente los más comunes, los selladores como el diseñado por Sondhi¹⁹ específicamente para la AI, Sondhi Rapid Set (3M Unitek). A este producto se le ha aumentado ligeramente la viscosidad, con la finalidad de que rellene las pequeñas imperfecciones de la base individualizada de resina; además, posee un tiempo de curado inicial de 30 segundos, con una polimerización completa de 2 minutos, disminuyendo el lapso en que deben mantenerse las guías en la boca, antes de retirarlas para dejar los brackets adheridos a los dientes.

Otra modificación en cuanto al desarrollo de materiales para la etapa clínica de la AI, consiste en el proceso de añadir relleno a resinas fluidas, con la finalidad no sólo de aumentar su viscosidad, sino también mejorar sus propiedades, de manera que actualmente existen adhesivos fotocurables de bajo relleno, cuyo uso para la AI fue propuesto inicialmente por Miles²⁷ en 2002, y que supone varias ventajas como una fácil aplicación al ser fluida, pero con suficiente viscosidad como para adaptarse mientras se coloca la guía con los brackets en la boca; además, la jeringa que la contiene cuenta con una punta de metal que permite una aplicación controlada y precisa de la cantidad requerida del adhesivo a la base del bracket, permitiendo su polimerización una vez que la guía está

correctamente colocada, al activarla con luz; proceso que puede ser completado en menos de ocho minutos si se usa una luz de plasma. Higgins³⁷ señala que otra de las ventajas de la fluidez de este tipo de adhesivos, es conseguir un grosor de película aproximadamente de 10 μm de la capa de material debajo del bracket, lo cual, según este autor, es considerado como el grosor ideal de una capa adhesivo, ya que se disminuyen tanto la contracción, como las imperfecciones en el material polimerizado, presentando un menor riesgo de fractura.²³

1.3.2 Aspectos relevantes del procedimiento de adhesión indirecta

Existen factores muy importantes a tomar en cuenta, al momento de adherir un bracket con el procedimiento indirecto. Uno de ellos es el grosor de la capa de adhesivo.³⁸ Según Wendl,¹⁶ es un factor que influye de manera importante en la fuerza de adhesión de los brackets. Por su parte, Muguruma³⁹ argumenta que además de este factor, la fuerza de adhesión también depende del tipo de material y el tipo de prueba empleado para evaluarla. Aun cuando en el tratamiento de ortodoncia con brackets linguales estándar, se requiere una capa gruesa de resina para compensar la forma de los dientes, en la AI por bucal, la capa de resina debe mantenerse tan delgada como sea posible, lo cual es difícil de lograr, si la guía transportadora no se asienta adecuadamente sobre los dientes, al momento de cementar los brackets. Por lo tanto, el grosor y residuos del adhesivo serán excesivos, y consecuentemente la fuerza de adhesión disminuirá considerablemente;¹⁵ además, la limpieza final consume tiempo extra, y si ésta no es bien realizada hay mayor probabilidad de irritación gingival y descalcificación del esmalte.²³

Otro factor considerado en numerosas investigaciones, ha sido el tiempo de envejecimiento que tiene la base individualizada de resina fabricada con la técnica de Thomas sobre el bracket; el cual es identificado como el tiempo que pasa entre su elaboración en el laboratorio, y la colocación de los brackets en los dientes del paciente. Al respecto Kalange y Thomas⁴⁰ consideran que no representa un factor que perjudique la fuerza de adhesión, mientras no sea mayor de 30 días, pues numerosos estudios han reportado mediciones de la resistencia al descementado de hasta 15 MPa,^{17,41} si no se supera este lapso de tiempo.

Un dato relevante es que, con la técnica propuesta por Thomas para la AI de brackets ortodóncicos, se obtiene una interface diente-bracket, única en Ortodoncia, la cual está formada por: base del bracket, base individualizada de resina con relleno, capa de sellador o resina fluida y la superficie grabada del esmalte.^{24,42} (Figura 3)

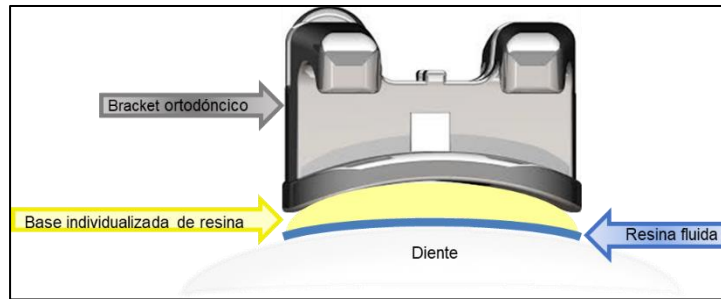


Figura 3. Interfase generada a partir de la adhesión de un bracket sobre el esmalte dental, con el procedimiento indirecto.

Esta interfase, ha sido considerada por numerosos investigadores, como una zona frágil, que favorece el desprendimiento de los brackets.^{23,42} Aksakalli¹³ comentó que las principales dudas de los ortodoncistas acerca de incorporar la técnica de AI a su práctica, se relacionan con las fallas en la adhesión, ante lo cual existen hoy en día, 47 años de resultados de varias investigaciones que han estudiado muchos factores relacionados con este procedimiento,^{14,15,42-51} y que demuestran que existe resultados favorables, por lo que sería conveniente para el clínico, conocer mejor esta técnica, para poder implementar la AI en su práctica, pues las ventajas de la misma sobrepasan sus desventajas.

Con toda esta información podemos determinar, que debido a la diversidad de factores que intervienen en la ejecución de la AI, es y seguirá siendo un tema controversial; además de ser difícil de evaluar, ya que existe un número incontable, de combinaciones entre materiales dentales y técnicas, lo cual da como resultado, que sea muy complicado comparar los múltiples estudios que aparecen en la literatura, para poder obtener información concluyente en cuanto a este procedimiento de adhesión;⁴⁶ sin embargo, esto se traduce en una amplia gama de posibilidades para continuar realizando investigaciones al respecto.

2. Planteamiento del problema

Debido al incesante desarrollo en la ciencia de los materiales dentales, los procedimientos clínicos en las distintas especialidades odontológicas continúan en evolución y los tratamientos de ortodoncia no son la excepción. A través de los años, numerosos investigadores han sugerido modificaciones a la técnica de adhesión indirecta (AI) de los brackets ortodóncicos planteada por Thomas en 1979,²² por lo que hay innumerables propuestas para llevar a cabo este procedimiento, sin que exista una clara ventaja de alguna de ellas, sobre las demás.⁵²

Los artículos científicos que podemos encontrar en la literatura sobre AI, incluyen principalmente variaciones metodológicas que involucran a los materiales empleados en las distintas fases del procedimiento, ya sea en cuanto al uso de materiales existentes, o a la aplicación de materiales de última generación. Por otra parte, es interesante conocer las distintas formas que plantean los investigadores, para evaluar las técnicas propuestas, pues existen incontables diferencias entre ellas, debido al sinnúmero de variables involucradas en el proceso de la AI.⁵³

A pesar de la complejidad para hacer una comparación entre los procedimientos,⁴⁶ la norma es realizar primero investigaciones *in vitro*, las cuales son útiles para definir parámetros o establecer estadísticas descriptivas,⁴¹ pero no para extrapolar resultados a situaciones clínicas. Una de las variables que de manera cotidiana es evaluada por la importancia clínica que tiene, es la fuerza de adhesión, medida como resistencia al descementado (RD)⁵⁴, pues cualquier beneficio obtenido por el uso de la AI, queda automáticamente sin efecto, si se tiene una tasa más alta de fallas que con la técnica directa;⁴⁸ de manera que lo que se busca es que ésta se mantenga dentro del rango de 6 a 8 megapascales (MPa) sugerido por Reynolds⁵⁵ como clínicamente aceptable, para soportar las fuerzas a las que está sometida la aparatología dentro de la boca del paciente. Al respecto, muchos investigadores han sugerido que, a pesar de obtener valores de RD dentro del rango clínicamente aceptable, existe una probabilidad definitiva de que se presente una falla en la adhesión a niveles de estrés relativamente bajos, por lo que consideran que es de mayor relevancia clínica, conocer la fuerza requerida para generar un 10% de fallas en la adhesión de toda la aparatología de un paciente. Para obtener este tipo de información, se han realizado varias modificaciones al análisis estadístico de los datos obtenidos en diversos estudios.^{14,15,38,40,47}

Otro factor muy analizado en las investigaciones sobre sistemas de adhesión en Ortodoncia, es el Índice de Adhesivo Remanente (IAR), originalmente propuesto por Årtun y Bergland;⁵⁶ el cual consiste en la clasificación subjetiva del porcentaje de resina que permanece sobre el diente, dentro de cuatro valores (0 a 4), después de realizar el descementado de los brackets. Este dato es importante para el clínico, pues se asocia con el tipo de falla que presenta el sistema adhesivo, así como con el tratamiento que debe recibir el esmalte dental, después del retiro de la aparatología, de modo que sea mínimamente invasivo.

Un aspecto a destacar, al revisar la literatura, es la falta de información científica acerca de la combinación de brackets ampliamente usados en la actualidad, como los brackets metálicos de autoligado^{57,58} y de brackets cerámicos,⁵⁹ en pruebas experimentales *in vitro*, con AI.^{53,60}

De esta manera, en la presente investigación se plantearon las siguientes interrogantes:

¿Qué efectos *in vitro* tiene el uso de distintos adhesivos, en la resistencia al descementado y en el índice de adhesivo remanente, de brackets metálicos de autoligado, colocados con la técnica de adhesión indirecta?

¿Qué efectos *in vitro* tiene el uso de distintos adhesivos, en la resistencia al descementado y en el índice de adhesivo remanente, de brackets cerámicos colocados con la técnica de adhesión indirecta?

3. Justificación

El procedimiento de adhesión indirecta (AI) en el tratamiento de ortodoncia, descrito de manera estricta como la técnica en la cual, los brackets y/o aditamentos ortodóncicos son transferidos de modelos de yeso y cementados sobre la dentición, usando guías para su transferencia,⁴⁰ aún no ha logrado un estatus de perfección, debido a que existen muchas variantes del mismo, y cada una de ellas es susceptible a ser mejorada, gracias al planteamiento de nuevos protocolos, y al surgimiento de materiales de alta tecnología, aplicables a este procedimiento.

Ante la amplia gama de materiales novedosos para uso ortodóncico, así como la creciente demanda por parte de los pacientes, para recibir un tratamiento que no solo sea efectivo, sino también cómodo y estético, la evolución de los procedimientos ortodóncicos debe basarse en fundamentos científicos que surjan de investigaciones, que apoyen la toma de decisiones en la clínica. Desde este punto de vista, la adhesión en Odontología ha sido considerada como un proceso revolucionario,⁶¹ que ha beneficiado de manera decisiva a la Ortodoncia, bajo la filosofía de tratamientos mínimamente invasivos, sin perder de vista el fin último de lograr una adhesión a la superficie dental, que cada vez sea más eficiente, eficaz y efectiva.

De este modo, con esta investigación se pretendió aportar información de utilidad para el especialista en Ortodoncia, con relación a la posibilidad de aplicar sistemas adhesivos disponibles actualmente en el mercado, en el procedimiento de AI de dos tipos de brackets ampliamente aceptados por las ventajas que proporcionan; los brackets de autoligado,^{57,58} y los brackets cerámicos;⁶² de manera que se multipliquen los beneficios obtenidos, al combinar dicha técnica con estos materiales. Este proyecto surgió ante la realidad, de no poder encontrar estudios previos, que proporcionen información al respecto, por lo que los resultados aportarán información novedosa y valiosa, en beneficio tanto del clínico, como del paciente de ortodoncia.

4. Hipótesis

Fase I: Adhesión indirecta de brackets metálicos de autoligado

HT: La resistencia al descementado y el índice de adhesivo remanente de brackets metálicos de autoligado, adheridos con el procedimiento de adhesión indirecta, serán influenciados por el tipo de adhesivo empleado.

HN: La resistencia al descementado y el índice de adhesivo remanente de brackets metálicos de autoligado, adheridos con el procedimiento de adhesión indirecta, no serán influenciados por el tipo de adhesivo empleado.

Fase II: Adhesión indirecta de brackets cerámicos

HT: La resistencia al descementado y el índice de adhesivo remanente de brackets cerámicos, adheridos con el procedimiento de adhesión indirecta, serán influenciados por el tipo de adhesivo empleado.

HN: La resistencia al descementado y el índice de adhesivo remanente de brackets cerámicos, adheridos con el procedimiento de adhesión indirecta, no serán influenciados por el tipo de adhesivo empleado.

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Comparar *in vitro*, los efectos sobre la resistencia al descementado (RD), y el índice de adhesivo remanente (IAR), del uso de dos tipos adhesivos, para cementar brackets ortodóncicos con el procedimiento de adhesión indirecta.

5.2 Objetivos específicos

Fase I: Adhesión indirecta de brackets metálicos de autoligado

1. Medir *in vitro*, la RD de brackets metálicos de autoligado, al usar dos tipos de resina con el procedimiento de adhesión indirecta.
2. Comparar los resultados de RD, obtenidos con el procedimiento de adhesión indirecta, con el método de adhesión directa convencional.
3. Evaluar el IAR asociado con los distintos tipos de adhesivos usados con el procedimiento de adhesión indirecta.

Fase II: Adhesión indirecta de brackets cerámicos

1. Medir *in vitro*, RD de brackets cerámicos policristalinos, cementados con dos tipos de adhesivos y el procedimiento de adhesión indirecta.
2. Comparar los resultados de RD obtenidos con el procedimiento de adhesión indirecta, con los de la adhesión directa convencional.
3. Evaluar el IAR asociado con los distintos tipos de adhesivos empleados con el procedimiento de adhesión indirecta.

6. Diseño metodológico

6.1 Diseño del estudio

La presente investigación fue un estudio experimental *in vitro*.

Diagrama de flujo de la fase I

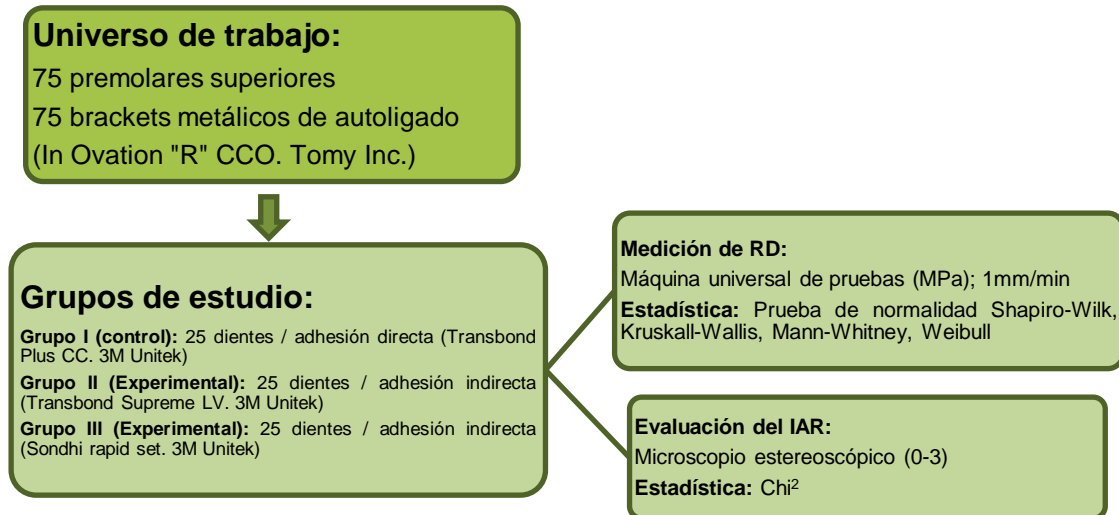
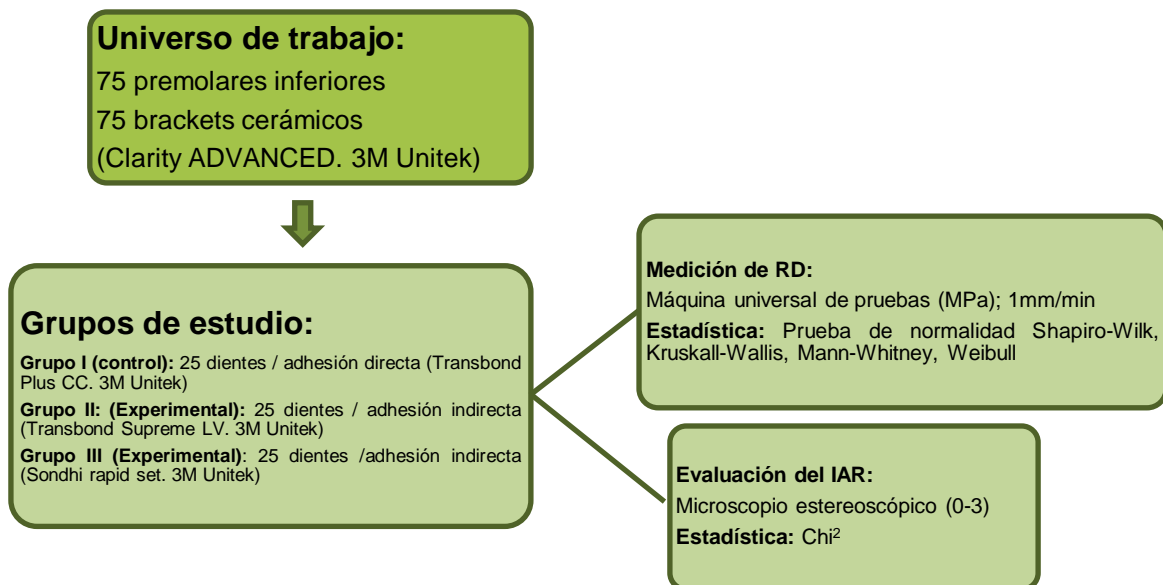


Diagrama de flujo de la fase II



6.2 Universo y muestra

Fase I

Un total de 75 premolares superiores humanos, extraídos por razones ortodóncicas, fueron recolectados, previa autorización del paciente, y de sus padres, en caso de ser menor de edad. De acuerdo con investigaciones previas a cerca de la fuerza de adhesión,^{17,43} los dientes fueron separados aleatoriamente en tres grupos, de manera que cada grupo estuvo conformado por 25 premolares. El grupo I fue el control (adhesión directa), el grupo II y III correspondieron a los experimentales (adhesión indirecta).

Fase II

Un total de 75 premolares inferiores humanos, extraídos por razones ortodóncicas, fueron recolectados, siguiendo las mismas especificaciones que en la fase I.

6.3 Criterios de inclusión y exclusión

Fase I

Los criterios de inclusión aplicados a los órganos dentales fueron: 1) ser primeros o segundos premolares de cualquier lado de la arcada superior, 2) tener el esmalte íntegro y sano, y 3) no haber sido sometidos a tratamiento de ortodoncia previo.

Fase II

Los criterios de inclusión aplicados a los órganos dentales fueron: 1) ser primeros o segundos premolares de cualquier lado de la arcada inferior, 2) tener el esmalte íntegro y sano, y 3) no haber sido sometidos a tratamiento de ortodoncia previo.

6.4 Variables del estudio

Las variables dependientes fueron las mismas en las dos fases de esta investigación, y se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables dependientes.

| ■ Variables dependientes | Definición conceptual | Definición operacional | Tipo de variable | Escala de M/dición |
|---|--|---|------------------------|--------------------|
| Resistencia al descementado (RD) | Fuerza que resiste el bracket cementado al esmalte dental antes de desprenderse. | Aplicación de una fuerza ocluso-gingival sobre la interfase diente-bracket con la Máquina Universal de Pruebas, hasta que se provoca la fractura. (Velocidad = 1mm/min.) | Cuantitativa, continua | Ordinal (MPa) |
| Índice de adhesivo remanente (IAR) | Porcentaje de resina que permanece sobre el esmalte al desprender el bracket del diente. | Determinación de la cantidad de adhesivo residual sobre el esmalte dental después del descementado del bracket. 0 = 0% 2 > 50% 1 < 50% 3 = 100% | Cualitativa | Ordinal (0-3) |

Las variables independientes en ambas fases del estudio fueron dos, una corresponde al tipo de adhesión, ya fuera AD para el grupo control, o AI para los grupos experimentales. Y la segunda fue el tipo de resina empleado en la fase clínica del procedimiento de AI de los brackets ortodóncicos; de modo que se emplearon dos tipos de resina, un adhesivo fluido fotocurable (Transbond Supreme LV. 3M Unitek. Monrovia, CA., E.U.A.) para el grupo II, y un sellador autocurable (Sondhi Rapid set. 3M Unitek. Monrovia, CA., E.U.A.) para el grupo III.

6.5 Procedimiento

Fase I

Después de la extracción, se retiraron los remanentes de tejidos blandos de los órganos dentarios y fueron lavados y almacenados en agua a una temperatura de 4°C, hasta juntar el total de piezas requeridas para el estudio.

Una vez integrados los grupos de estudio, se procedió a preparar los especímenes para evaluar las variables RD e IAR, de la siguiente manera:

Para el grupo control (I), cada uno de los 25 dientes, se incluyó en un bloque de acrílico autopolimerizable (NIC TONE. MDC Dental. Jalisco, México), en posición vertical, dejando expuesta la corona clínica. Una vez curado el material, se procedió a adherir a cada uno de

los dientes, un bracket metálico de autoligado para premolar superior (In Ovation "R" CCO. Tomy Inc. Tokio, Japón), empleando la técnica de AD, siguiendo los siguientes pasos: 1) profilaxis, realizada sobre la zona en la que se colocaría el bracket, con pasta profiláctica (Pressage. Shofu. Kioto, Japón.) y una copa de hule durante 5 segundos; 2) lavado del diente con agua corriente durante 20 segundos; 3) secado del esmalte con aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products. Branchburg, NJ., E.U.A.) libre de contaminantes, durante 10 segundos; 4) aplicación de ácido fosfórico en gel, a una concentración de 35% (Ultra-Etch. Ultradent Inc. UT., E.U.A.) durante 15 segundos, sobre el área que recibiría el bracket;²³ 5) eliminación del ácido y lavado del esmalte dental con agua corriente durante 20 segundos; 6) secado de la superficie del esmalte con aire comprimido libre de contaminantes, durante 10 segundos; 7) barnizado del sellador sobre el área del esmalte que recibiría el bracket (MIP. 3M Unitek), adelgazando la capa del material, mediante la aplicación de aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products) por dos segundos y fotopolimerización con luz LED (Ortholux TM. 3M Unitek) durante tres segundos; 8) aplicación de resina fotopolimerizable Transbond Plus CC (3M Unitek) sobre la base del bracket, para adherirlo a la superficie del esmalte, ejerciendo una fuerza de compresión de 300 g,^{36,39} con el fin de obtener una capa de resina lo más delgada posible.^{23,37} Dicha fuerza fue aplicada con un calibrador de fuerza (Ohba Siki. Tokio, Japón.), posteriormente se ajustó la posición correcta del bracket con un medidor de altura (AEZ/Ormco Corp. Glendora, CA., E.U.A.); 9) polimerización de la resina con luz LED durante seis segundos, tres por la cara mesial y tres por distal del bracket (Ortholux TM. 3M Unitek).

Para los grupos experimentales II y III, se prepararon especímenes con grupos de cinco dientes, montados en un bloque de acrílico autopolimerizable (NIC TONE. MDC Dental), simulando un segmento posterior de la arcada dental humana,^{17,44} para evaluar la técnica de AI (cada grupo experimental se conformó con cinco segmentos de arcada). Posteriormente a cada uno de los segmentos, se les colocaron brackets metálicos de autoligado para premolares superiores (In Ovation "R" CCO. Tomy Inc.), empleando el procedimiento de adhesión indirecta propuesto por Thomas,²² siendo la única diferencia entre los grupos, el tipo de resina empleado para la adhesión de los brackets a los dientes. El procedimiento fue el siguiente: La primera parte, correspondió a la etapa de laboratorio, 1) toma de impresión con alginato para ortodoncia (Orthoprint. Zermack. Rovigo, Italia.); 2) fabricación de un modelo en yeso para ortodoncia (Elite Ortho. Zermack), que se dejó secar una hora al medio ambiente; 3) marcado en la parte media de la cara labial de cada diente del eje longitudinal, usando un portaminas con puntillas 0.5 mm; 4) barnizado de la cara

bucal de los dientes de yeso, con una capa de separador yeso-acrílico (MDC Dental) diluido en agua a una proporción 1:1, los modelos se dejaron secar media hora al medio ambiente; 5) colocación de la resina fotopolimerizable Transbond Plus CC (3M Unitek) sobre la base del bracket, para adherirlo sobre el diente de yeso, y así elaborar la capa individualizada de resina propia de la técnica de Thomas; 6) ajuste de la posición correcta de cada bracket usando la línea vertical trazada sobre el yeso y un medidor de altura (AEZ/Ormco Corp.); 7) aplicación de una fuerza compresiva de 300 g sobre el bracket, con un calibrador de fuerza (Ohba Siki), con el fin de obtener una capa de resina lo más delgada posible;³⁷ 8) fotocurado de la resina con luz LED (Ortholux TM. 3M Unitek), aplicando la luz tres segundos por la cara mesial del bracket y tres segundos por distal; 9) elaboración de las guías para transferir los brackets a los dientes naturales, las cuales constaron de dos capas transparentes,^{12,29,52,71,72} una suave (Emiluma TM. Ultradent Products Inc. South Jordan, E.U.A.) a base de silicona transparente que se coloca directamente como un cordón que cubre interproximalmente todos los brackets, y la segunda capa de polivinilsiloxano que es más rígida (Lumaloc TM. Ultradent Products Inc.), la cual se aplica inmediatamente después de colocada la capa suave, por encima de ésta y de las caras bucales, oclusales y linguales de los dientes. Ambos materiales curan químicamente, al mezclarse sus dos componentes a través de una pistola dispensadora. Se colocó un pequeño pedazo de película plástica, cubriendo todo el material para dar forma a la guía, retirando la película una vez que el material estaba rígido; después se procedió a eliminar excedentes en los márgenes de la guía, que pudieran crear retenciones al momento de retirarla del modelo, usando un bisturí; 10) los modelos de yeso con los brackets adheridos y cubiertos por las guías, fueron sumergidos en agua tibia durante 30 minutos, con el fin de diluir la capa de separador entre la base de la resina y el yeso; 11) retirado de las guías de su modelo correspondiente con una cureta, desprendiendo el material desde lingual hacia bucal; 12) una vez obtenida la guía con los brackets incluidos, se fotopolimerizó nuevamente cada una de las capas individualizadas de resina presentes en las bases de los brackets (Ortholux TM. 3M Unitek), por dos segundos;²⁸ 13) con un cepillo dental y jabón líquido se lavó la guía por la parte interna, para eliminar cualquier residuo de yeso o de separador presente sobre la guía o las bases de los brackets y se enjuagó con agua corriente; 14) secado de las guías con aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products); 15) arenado de las bases de resina con partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3) de 90 μm (Zeta Sand. Zhermack) por dos segundos; 16) cada guía se lavó nuevamente con cepillo dental y jabón, para eliminar los residuos, y se secó con aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products); 17) almacenado de las

guías por seis días, de modo que al séptimo día de haber elaborado la base individualizada de resina sobre cada bracket, se transfirieron los brackets a los dientes naturales.^{15,17,40} La segunda parte del procedimiento de AI correspondió al proceso clínico, que en el caso de este estudio experimental *in vitro* consistió en la colocación simultánea de los brackets sobre los cinco dientes naturales de cada uno de los especímenes, mediante los siguientes pasos: 1) profilaxis de los dientes sobre la zona en la que se colocaría cada bracket, con pasta profiláctica (Pressage. Shofu) y copa de hule durante cinco segundos; 2) Lavado de cada uno de los dientes con agua corriente durante 20 segundos; 3) secado del esmalte con aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products), libre de contaminantes durante 10 segundos; 4) aplicación de ácido fosfórico en gel, a una concentración de 35% (Ultra-Etch. Ultradent Inc.), durante 15 segundos, sobre el área del esmalte dental que recibiría el bracket; 5) eliminación del ácido y lavado con agua corriente durante 20 segundos; 6) secado de la superficie del esmalte con aire comprimido libre de contaminantes (Dust Off. Falcon Safety Products), durante 10 segundos; 7) colocación del adhesivo correspondiente a cada grupo experimental. En el caso del grupo II se barnizó el sellador Transbond MIP (3M Unitek) sobre la base de cada bracket, cubierta por la capa individualizada de resina, adelgazando el material con aire comprimido (Dust Off. Falcon Safety Products), durante dos segundos, después se colocó la resina fluida Transbond Supreme LV (3M Unitek) sobre la base del bracket; en el caso del grupo III, se empleó el sistema de AI autopolimerizable Sondhi Rapid Set (3M Unitek) que consta de un líquido base que se barniza sobre la base del bracket y otro líquido catalizador que se barniza sobre el diente, por lo que al entrar en contacto diente y bracket, el sistema inicia su polimerización, teniendo un curado inicial a los 30 segundos y una polimerización completa a los dos minutos; 8) asentamiento de la guía correspondiente a cada espécimen, con el sistema adhesivo ya colocado, se ejerció una fuerza compresiva de 300 g sobre cada bracket con un calibrador de fuerza (Ohba Siki); 9) para el grupo II fue necesario realizar la fotopolimerización del sistema adhesivo, usando luz LED (Ortholux TM. 3M Unitek) durante tres segundos en la cara mesial y distal respectivamente, de cada bracket a través de la guía transparente; 10) para el grupo III, una vez asentada la guía fue necesario mantener una presión ligera con los dedos durante 30 segundos mientras terminaba el curado inicial del material, posteriormente se dejó la guía en posición durante dos minutos más; 11) retirado de la guía, una vez cementados los brackets, usando una cureta desde la parte disto-lingual del cada espécimen.

Medición de variables dependientes

Resistencia al descementado de los brackets (RD)

Se realizó la prueba de RD a cada uno de los dientes, 30 minutos después de haber preparado los especímenes tanto para el grupo control (I) como para los dos grupos experimentales (II y III),¹⁷ con la finalidad de registrar la fuerza a la cual se desprenden los brackets de la superficie del esmalte. Con este lapso de tiempo, se pretende reproducir las condiciones clínicas en las que los brackets son inmediatamente sometidos a distintas fuerzas, tanto al retirar las guías de la boca del paciente, como al colocar el primer alambre nivelador. Para esta prueba se siguió el siguiente procedimiento:

Para el grupo control, cada uno de los especímenes, se sujetó verticalmente a nivel de la base fabricada con acrílico, en la máquina universal de pruebas (Autograph AGS-X / 1kN. Shimadzu Corp. Japón) para aplicar desde oclusal, y paralelamente al eje longitudinal del diente, una fuerza de cizalla a nivel de la interfase bracket-diente, con una velocidad de 1mm/min,⁷³ registrándose la magnitud de la misma, al momento del descementado del bracket. Los registros se obtuvieron en Newtons (N) y fueron transformados a mega pascales (MPa), dividiendo la cantidad de Newtons entre el área de la base del bracket, la cual se calculó midiendo con un vernier digital (Mitutoyo. Japón.) los lados de la base.

Para los dos grupos experimentales, cada uno de los especímenes, conformados por un grupo de cinco dientes, se montó igualmente de manera vertical a nivel de su base de acrílico, en la máquina universal de pruebas, para medir la RD de manera individual en cada diente, siguiendo las mismas especificaciones que para el grupo control.

Índice de adhesivo Remanente (IAR)

Se siguió la metodología sugerida por Årtun y Bergland,⁵⁶ la cual consiste en la clasificación subjetiva del porcentaje de resina que permanece sobre el diente, después de realizar el descementado de los brackets, dentro de cuatro posibles categorías: (0) sin adhesivo sobre el diente; (1) menos de la mitad del adhesivo sobre el diente; (2) más de la mitad del adhesivo sobre el diente, y (3) todo el adhesivo permanece sobre el diente, con la impresión clara de toda la base del bracket sobre el esmalte dental. Este procedimiento fue llevado a cabo por un solo investigador, usando un microscopio estereoscópico (VE-S5C. Velab Corp. E.U.A.), con el fin de observar la superficie del esmalte dental, de cada uno de los 25 dientes que integraron cada grupo de estudio.

Fase II

Para esta fase de la investigación, se procedió a elaborar los especímenes, tanto del grupo control (I) como de los experimentales (II y III) con el mismo procedimiento que se describió en la fase I, con la diferencia de que se emplearon premolares humanos inferiores, y brackets cerámicos policristalinos Clarity ADVANCED (3M Unitek. Monrovia, CA., E.U.A.).

6.6 Recolección de datos

Tanto los valores de las mediciones de la RD, como del IAR, fueron asentados en las hojas de registro correspondientes para cada grupo, inmediatamente después de obtener los resultados. (Anexo 1)

6.7 Análisis de datos

Para realizar el análisis estadístico se empleó el paquete SPSS versión 20 (IBM. Armonk, NY., E.U.A.), y se estableció el nivel de confianza como $P < 0.05$.

Una vez obtenidos los datos de RD en cada una de las fases de esta investigación, se les aplicaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para conocer el tipo de distribución de los datos.
- Prueba de Kruskal-Wallis para conocer la diferencia entre las varianzas de todos los grupos.
- Prueba de Mann-Whitney, para conocer la diferencia entre las varianzas de pares de grupos.
- Análisis de Weibull, incluyendo el módulo de Weibull, fuerza de unión característica, y coeficiente de correlación al 10% de probabilidad de falla, con el fin de determinar la confiabilidad de la adhesión bajo cargas específicas.

Para determinar la asociación entre los valores de IAR y las variables independientes (tipo de adhesivo y procedimiento de adhesión) en los distintos grupos, se ejecutó la prueba Chi².

6.8 Aspectos éticos

Los órganos dentarios empleados para llevar a cabo esta investigación, fueron recolectados después de haber obtenido el consentimiento informado del paciente (Anexo 2), en caso de ser un adulto; así como haber obtenido el asentimiento (Anexo 3), en caso de ser un paciente menor de edad, más el consentimiento de sus padres o tutores. Ambos formatos siguieron los modelos propuestos por el Instituto Nacional de Salud Pública. Igualmente, se entregó a cada paciente, o a sus padres o tutores en caso de ser menor de edad, el aviso de privacidad de la UAEMéx. (Anexo 4)

Todos los procedimientos relacionados con este estudio, se llevaron a cabo bajo la observación de los principios éticos internacionales para las investigaciones médicas en las que se involucra a seres humanos, las cuales incluyen: la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2017), la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO (2005), y las Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos del CIOMS-OMS (2016); así como de la legislación nacional vigente, en materia de salud, que incluye: la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos (2017), la Ley General de Salud (2019), el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud (2014), el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de la Disposición de Órganos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos. (2012), y la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados (2017). (Anexo 5)

7. Resultados

7.1 Capítulo de libro aceptado

7.1.1 Título de capítulo de libro aceptado

Adhesión indirecta en ortodoncia: evaluación *in vitro* de la fuerza de adhesión de brackets metálicos.

7.1.2 Página frontal del manuscrito

CAPÍTULO
IÁREA ODONTOLÓGICA

1.1 Adhesión indirecta en ortodoncia: evaluación *in vitro* de la fuerza de adhesión de brackets metálicos

*Chrisel Zárate Díaz,¹ Rogelio José Scougall Vilchis,² Blanca Silvia González López,²
Josué Roberto Bermeo Escalona,³ Rosalia Contreras Bulnes² y Lizzeth Aguillón Sof²*

¹Alumna del Doctorado en Ciencias de la Salud, Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología "Dr. Keisaburo Miyata", Facultad de Odontología, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.

³Facultad de Odontología, Universidad De La Salle Bajío. León, Guanajuato.

RESUMEN

A pesar de que el procedimiento de adhesión indirecta en ortodoncia fue propuesto hace más de 45 años se sigue estudiando debido a los continuos avances científicos asociados a los diversos factores que lo integran. En este contexto, el presente estudio *in vitro*, considerando algunos de estos factores, comparó dos de las variables con mayor relevancia clínica asociadas al procedimiento de adhesión, la resistencia al descementado y el Índice de adhesivo remanente en brackets metálicos de autoligado, adheridos a 45 premolares.

El estudio mencionado se distribuyó en tres grupos: grupo 1-control (adhesión directa con resina fotocurable Transbond Plus CC), grupo 2-experimental (adhesión indirecta con resina fluida fotocurable Transbond Supreme-LV) y grupo

 AlfaomegaEstudios multidisciplinarios en Ciencias de la Salud

7.1.3 Carta de aceptación



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Ciencias de la Conducta
Doctorado en Ciencias de la Salud

Toluca, México a 21 de septiembre del 2020

**La Comisión Académica del Doctorado en Ciencias de la Salud
otorga la siguiente**

CARTA DE ACEPTACIÓN

A:

**Chrisel Zárate Díaz, Rogelio José Scougall Vilchis, Blanca Silvia González López,
Josué Roberto Bermeo Escalona, Rosalía Contreras Bulnes y Lizzeth Aguillón
Sol**

Por haber realizado el capítulo de libro **Adhesión indirecta en ortodoncia: evaluación
in vitro de la fuerza de adhesión de brackets metálicos**; el cual se incluye en el libro
Estudios Multidisciplinarios en Ciencias de la Salud, que se encuentra en proceso
de publicación por Alfaomega y la Universidad Autónoma del Estado de México.

ATENTAMENTE

Patria, Ciencia y Trabajo

"2020, Año del 25 Aniversario de los Estudios de Doctorado en la UAEM"

**DR. JOHANNES OUDHOF VAN BARNEVELD
COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**



**CONOCIMIENTO
COMPARTIDO**
UNIÓN DE SERVICIOS HISTÓRICOS
ADMINISTRACIÓN 2014 - 2022

Filberto Gómez s/n Barrio de Tlacopa,
Col. Guadalupe, C.P. 50010
Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2720076
www.facico-uaemex.mx



7.2 Artículo enviado

7.2.1 Título de artículo enviado

In vitro shear bond strength of ceramic and self-ligating metal brackets bonded with indirect procedure

7.2.2 Página frontal del manuscrito

Title

In vitro shear bond strength of ceramic and self-ligating metal brackets bonded with indirect procedure.

Authors' affiliation

1. Chrisel Zarate-Diaz.

Postgraduate student, Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Jesus Carranza esq. Paseo Tollocan, 50130, Toluca, Mexico.

2. Rogelio J. Scougall-Vilchis.

Professor and Chief, Research Centre, Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Jesus Carranza esq. Paseo Tollocan, 50130, Toluca, Mexico.

3. Blanca S. Gonzalez-Lopez.

Professor and Department Chair, Department of Pathology, Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Jesus Carranza esq. Paseo Tollocan, 50130, Toluca, Mexico.

4. Josue R. Bermeo-Escalona.

Professor, Faculty of Dentistry, De La Salle Bajio University. Blvd Torres Landa Pte 1002, Las Americas, 37150, Leon, Guanajuato, Mexico.

5. Rosalia Contreras-Bulnes.

Professor, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico. Jesus Carranza esq. Paseo Tollocan, 50130, Toluca, Mexico.

Declaration of interests

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Corresponding author

Dr. Rogelio Jose Scougall Vilchis

“Dr. Keisaburo Miyata” Dental Research Centre, Faculty of Dentistry, Autonomous University of the State of Mexico.

Jesus Carranza esq. Paseo Tollocan. 50130. Toluca, State of Mexico, MEXICO.

+52-722-4710119

rogelio_scougall@hotmail.com

7.2.3 Carta de envío del artículo

From: em.ortho.0.6e2f2e.37ffe3bb@editorialmanager.com <em.ortho.0.6e2f2e.37ffe3bb@editorialmanager.com> on behalf of International Orthodontics <em@editorialmanager.com>
Sent: Wednesday, September 23, 2020 11:07 PM
To: Rogelio J. Scougall-Vilchis <rogelio_scougall@hotmail.com>
Subject: Submission Confirmation for In vitro shear bond strength of ceramic and self-ligating metal brackets after indirect bonding

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: ORTHO-D-20-00313
Title: In vitro shear bond strength of ceramic and self-ligating metal brackets after indirect bonding
Journal: International Orthodontics

Dear Prof. Scougall-Vilchis,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in International Orthodontics. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into Editorial Manager: <https://eur05.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.editorialmanager.com%2Fortho%2F&data=02%7C01%7C%7C907b47cfbb984e91a7d908d8603f68b7%7C84df9e7fe9f640afb435aaaaaaaaaaaa%7C1%7C0%7C637365172733341951&data=UJ6%2BLQQ%2BQGnHyuzRFanDvyg0GCINI%2B3jHKew0IIeywU%3D&reserved=0>.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

International Orthodontics



International Orthodontics <em@editorialmanager.com>
Para: Chrisel Díaz Zárate

jue., 24 de sep. a las 9:54 a. m.

Dear Dr. Zárate,

Thank you for registering for the Editorial Manager online submission and peer review tracking system for International Orthodontics.

Here is your username, which you need to access Editorial Manager at <https://www.editorialmanager.com/ortho/>.

Username: zchrisel@ymail.com

If you do not know your confidential password, you may reset it by clicking this link:
<https://www.editorialmanager.com/ortho/l.asp?i=18529&l=C3CREAUP>

Please save this information in a safe place.

You can change your password and other personal information by logging into the International Orthodontics website and clicking on the Update My Information link on the menu.

Best regards,

International Orthodontics

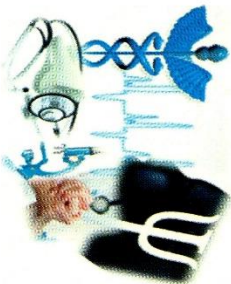
In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/ortho/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you



Doctorado en Ciencias de la Salud
"XX Coloquio de Investigación del Doctorado en Ciencias de la Salud"

OTORGA LA PRESENTE

Constancia



A:
Mtra. Chrisel Zárate Díaz, Dr. Rogelio José Scougall Vilchis,
Dra. Blanca Silvia González López, Dr. Josué Roberto Bermeo Escalona

Por su participación como **PONENTES** en el **XX COLOQUIO DE INVESTIGACIÓN DEL DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**, con el tema:
Evaluación in vitro de la resistencia al descementado de brackets ortodóncicos, usando adhesión indirecta, llevado a cabo en este Organismo Académico.

Toluca, Estado de México. 06 de Junio del 2017

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

M. en C.S. Julio B. Robles Navarro
Director de la Facultad de Odontología



Dra. en C.S. Patricia Cruz Bello
Coordinadora del Doctorado en Ciencias de la Salud





Universidad Autónoma
del Estado de México

EL CENTRO DE INVESTIGACION EN
CIENCIAS MEDICAS, OTORGA LA
PRESENTE


A:


MTRA. CRISEL ZÁRATE DÍAZ
DR. ROGELIO JOSÉ SCOUGALL VILCHIS
DRA. BLANCA SILVIA GONZÁLEZ LÓPEZ
DR. JOUSÉ ROBERTO BERMEO ESCALONA

Por su participación como PONENTE en el
Marco del XXI COLOQUIO DE INVESTIGACION
DEL DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD,
con el tema: "EVALUACIÓN IN VITRO DE LA
RESISTENCIA AL DESCEMENTADO DE BRACKETS
ORTODÓNCICOS ADHERIDOS CON PROCEDIMIENTO
INDIRECTO"

Toluca, Méx., 28 de noviembre del 2017.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2017, año del Centenario de la Promulgación de la
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"


M. en C.S. JULIO B. ROBLES
NAVARRO
Coordinador del
CICMED-UAEM


FACULTAD DE ENFERMERÍA
DE LA SALUD
DRA. en C.S. PATRICIA CRUZ
BELLO
Coordinadora del Programa
del Doctorado en Ciencias
de la Salud

Constancia



Universidad Autónoma
del Estado de México

A través de la
Facultad de Medicina

Otorga la presente constancia a:

Chrisel Zárate Díaz

alumna del tercer semestre del Doctorado de Ciencias de la Salud, quien realiza el proyecto de Tesis "Evaluación in vitro de la resistencia al descementado de brackets metabólicos adheridos con procedimiento indirecto", y cuyo comité tutorial está formado por: Dr. Rogelio José Scougall Vilchis, Dra. Blanca Silva González López y Dr. Josué Roberto Bermeo Escalona,

por haber asistido y participado como **Relatora** de la Mesa 3 en el

XXII Coloquio de Investigación del Doctorado en Ciencias de la Salud,

evento llevado a cabo en este Organismo Académico.

Toluca, Estado de México, 5 de junio de 2018

"2018. Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO



U.A.E.M.
FACULTAD DE MEDICINA
DIRECCION
M. en S.P. Salvador López Rodríguez
Director de la Facultad de Medicina



FACULTAD DE ENFERMERIA
Y OBSTETRICIA
DOCTORADO EN CIENCIAS
Dra. en C.S. Patricia Cruz Sánchez
Coordinadora del Doctorado en Ciencias de la Salud

Folio: DCEM/566/2018





**Universidad Autónoma
del Estado de México**

Otorgan la presente

Constancia

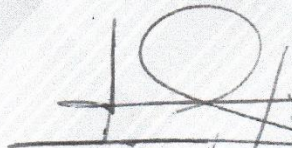

A:

Mtra. Chrisel Zárate Díaz

Por su destacada participación con el Cartel titulado: **Evaluación in vitro de la resistencia al descementado de brackets metálicos adheridos con procedimiento indirecto.**; presentado en el marco del **XXIII Coloquio del Doctorado de Ciencias de la Salud** llevado a cabo el 27 de noviembre del año en curso, con sede en la Facultad de Ciencias de la Conducta.

Aprobado por los HH. Consejos Académico y de Gobierno en su sesión ordinaria del día 29 de octubre de 2018.

Toluca, México Noviembre de 2018



Dra. en A. Dir. María Teresa García Rodea
Directora de la Facultad de Ciencias de la Conducta

TE-687



**CONOCIMIENTO
COMPARTIDO**
HACIENDO COLABORACIÓN PERTINENTE
ADMINISTRACIÓN 2019 - 2022





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Enfermería y Obstetricia

Se otorga la presente



A:

**Chrisel Zárate Díaz, Rogelio José Scougall Vilchis,
Blanca Silvia González López, Josué Roberto
Bermeo Escalona**

Por su participación en el *XXIV Coloquio de Investigación del
Doctorado en Ciencias de la Salud*, llevado a cabo en este Organismo
Académico, con el tema:

“Comparación de la resistencia al descementado de brackets cerámicos adheridos
con procedimiento indirecto”

Toluca de Lerdo, Estado de México, a 04 de junio de 2019

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

“2019, Año del 75 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM”

DRA. EN A.D. ANDREA GUADALUPE
SÁNCHEZ ARIAS
DIRECTORA



EN C.S. PATRICIA CRUZ BELLO
COORDINADORA DE ESTUDIOS
AVANZADOS



Paseo Tollocan s/n esq. Jesús Carranza
col. Moderna de la Cruz. C.P. 50180
Toluca, Estado de México
Tel. (722) 2706270 / 2702357
feyo@uaemex.mx



Constancia



La Universidad Autónoma del Estado de México a través del
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología,
La Facultad de Odontología,
y el Cuerpo Académico Salud-Enfermedad Bucal

otorga la presente

Constancia

a: **Chrisel Zárate Díaz, Rogelio José Scougall Vilchis, Blanca Silvia González López y Josué Roberto Escalona Bermeo**

por la presentación de su trabajo en la modalidad *Doctorado Investigación* titulado:


Evaluación *in vitro* de la resistencia al descementado de brackets ortodóncicos adheridos con procedimiento indirecto



Toluca Estado de México, 7 febrero 2019

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2019 año del 75 Aniversario de la Autonomía de la U.A.E.M."/>


Dra. en C.S. Edith Lara Carrillo
Directora
Facultad de Odontología



Reconocimiento



CONOCIMIENTO
COMPARTIDO
ACCIÓN CON ORGANIZACIÓN, PARTICIPACIÓN
ADMINISTRATIVA 2018 - 2022



Universidad Autónoma
del Estado de México

Se otorga el presente

A

CHRISSEL ZÁRATE DÍAZ

Por su excelencia académica durante el periodo 2019- A, en el
Doctorado en Ciencias de la Salud.

Toluca, México a 13 de agosto de 2019

"2019, Año del 75 Aniversario de la Autonomía (CLA-U) de la Facultad de Ciencias de la Salud"

Patria, Ciencia y Trabajo



**FACULTAD DE CIENCIAS
DE LA CONDUCTA
DIRECCIÓN**

Dra. en A. D. María Teresa García Roca
Directora de la Facultad de Ciencias de la Conducta





Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

La Facultad de Odontología y la Comisión del Doctorado en Ciencias de la Salud

Otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **Chrisel Zárate Díaz, Rogelio José Scougall Vilchis, Blanca
Silvia González López, Josué Roberto Bermeo Escalona**

Por su participación con la ponencia titulada "**Comparación de la
resistencia al descementado de brackets metálicos y cerámicos,
adheridos con procedimiento indirecto**" durante el **XXV Coloquio de
Doctorado en Ciencias de la Salud** realizado el 12 de noviembre de 2019.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2019, Año del 75 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM"


DRA. EN C.S. EDITH LARA CARRILLO
DIRECTORA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA




DR. EN C.P.S HANS OUDHOF VAN BARNEVELD
COORDINADOR DEL PROGRAMA DE DOCTORADO

Facultad de Odontología
Jesús Carranza esquina Paseo Tollocan,
C.P., 50130, Estado de México
Tel. (722) 2179607 y 2179070 ext 5060
www.uaemex.mx

FO

9. Discusión general

El tema sobre el cual se basó el diseño de esta investigación, fue el estudio del desempeño de materiales dentales vanguardistas, que hoy en día están disponibles para su uso en el tratamiento de ortodoncia; sin embargo, debido al rápido avance en la tecnología, es difícil tener información actualizada que los compare. De estos materiales, el interés se centró en los adhesivos, los cuales fueron probados, con un procedimiento alternativo, la adhesión indirecta (AI), que a pesar de haber sido propuesto hace casi 50 años,¹⁰ no es muy popular entre los ortodontistas actualmente.⁶⁷ Este procedimiento resulta atractivo por las ventajas que ofrece sobre la técnica convencional de adhesión directa (AD). Entre ellas, una muy importante es que la AI facilita el posicionamiento correcto de los brackets,⁷⁴ lo cual es indispensable al emplear los modernos aparatos preajustados, que permiten la corrección de la posición de los dientes en los tres planos del espacio, con un arco recto, haciendo más sencilla y rápida cada cita con el paciente,^{75,76} por lo que es el tipo de aparatología preferida hoy en día. Para esta investigación se eligieron dos tipos de brackets preajustados; los brackets metálicos de autoligado, que tienen como ventaja principal la disminución de la fricción con el arco de alambre, con la consiguiente reducción del tiempo total de tratamiento;⁷⁷ y los brackets cerámicos policristalinos, los cuales resultan muy atractivos por su aspecto estético y sus propiedades físicas.^{78,79}

La selección de los sistemas adhesivos empleados para realizar esta investigación, se llevó a cabo con base en las cualidades descritas y probadas por investigaciones anteriores. Uno de ellos fue el sistema de autocurado desarrollado por Sondhi (Sondhi Rapid Set. 3M Unitek), del cual se ha escrito que, al ser un sellador diseñado específicamente para el procedimiento de adhesión indirecta, ofrece una manipulación eficiente, además de ser clínicamente eficaz.¹⁹ Este sistema polimeriza completamente después de dos minutos y tiene una fuerza de adhesión mayor y más inmediata en comparación con otros adhesivos.³³ Lo anterior resulta importante, pues las guías para adherir simultáneamente los brackets a varios dientes, empleadas en el sistema indirecto, ejercen un estrés adicional sobre la interface bracket–diente, tanto al insertarlas como al retirarlas, durante la colocación de la aparatología; lo cual puede provocar desprendimiento del bracket, si se usa un adhesivo que no tenga una RD adecuada.^{44,80} Por otro lado, la viscosidad de este sellador ha sido aumentada ligeramente con agentes de relleno, lo que le permite corregir tanto imperfecciones como burbujas, que pudieran presentarse en la capa individualizada de resina, construida sobre la base de los brackets en la técnica indirecta. Se ha probado que

esta cualidad del material, mejora la adaptación de los brackets adheridos de forma indirecta, al esmalte dental.^{17,25,40,43,52}

Este sistema de autocurado fue utilizado en los grupos experimentales III, tanto de la fase I (brackets metálicos), como de la fase II (brackets cerámicos) de esta investigación. De acuerdo con el análisis estadístico, para los brackets metálicos los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre la RD de este material y los otros dos grupos de esta fase. Sin embargo, el grupo adherido con el procedimiento directo, tuvo una RD promedio, significativamente mayor que el grupo experimental II, tratado con adhesivo fluido fotopolimerizable. De igual manera, con los brackets cerámicos, la RD resultó significativamente mayor para la adhesión directa; pero además hubo una diferencia significativa entre los grupos experimentales, ya que el sistema de autocurado tuvo un valor significativamente mayor en relación con el adhesivo fluido fotopolimerizable. Un hallazgo interesante sobre el sistema de autocurado que cabe resaltar, es que a diferencia de Yi⁴³ y Milne,²⁶ a pesar de haber seguido las instrucciones del fabricante, al retirar las guías de los dientes existió una cantidad considerable de sellador polimerizado alrededor de las bases de los brackets, cuya eliminación fue un proceso sencillo, tal y como lo reportó Sinha;⁵³ sin embargo, como lo mencionó Zacchrisson,²¹ al usar adhesivos con una consistencia muy ligera, como es el caso de este material, el exceso de sellador se extiende formando una capa muy delgada, sobre una zona amplia de la superficie del esmalte. Este fenómeno puede favorecer que los excedentes polimerizados del material irriten la lengua, o se aumente la posibilidad de descalcificación del esmalte, por lo que es su retiro es imperioso; desafortunadamente, la limpieza intraoral es demandante en cuanto al tiempo extra que debe ser invertido; esto es importante de mencionar, pues es una condición que menoscaba la ventaja de la AI, en relación a la disminución del tiempo de trabajo en el sillón dental.^{2,76,81}

Entre los distintos tipos de adhesivos con aplicación ortodóncica, varios investigadores han confirmado, que los adhesivos curados con luz son fácilmente manipulables, además de que tienen un buen desempeño clínico.^{11,27,37,45} Desde la década de 1970, los materiales fotopolimerizables han sido ampliamente aceptados en Ortodoncia.^{29,31,32,42,63,64} En relación con el procedimiento de AI, se ha demostrado que estos adhesivos son la mejor opción para elaborar las bases individualizadas de resina sobre los brackets.^{25,45} El adhesivo empleado en ambas fases de esta investigación para cementar los brackets en el grupo control, así como para elaborar las bases individualizadas de resina en los grupos experimentales adheridos de manera indirecta, fue una resina fotopolimerizable viscosa

(Transbond Plus CC. 3M Unitek), cuyo color cambia de rosado a blanco, durante su polimerización, facilitando la remoción de los excedentes alrededor del bracket antes de que la resina haya endurecido; además, libera flúor que protege el esmalte de la descalcificación.^{35,62,65} En relación con este material, durante la fase I se pudo identificar que en la zona central de las bases individualizadas de resina de los brackets metálicos, el material no fotopolimerizó completamente, ya que permaneció de color rosa después de fabricar las guías y retirar los brackets de los modelos de yeso. Este hallazgo coincidió con lo reportado por Wendl,²⁸ a cerca de haber encontrado áreas insuficientemente polimerizadas en el centro de brackets metálicos. Según él, esto se debe a la reducción en la intensidad del rayo de luz que llega a la parte inferior de los brackets, ya que la estructura metálica es un obstáculo para el paso de la luz; sin embargo, menciona otro factor a tomar en cuenta, el tipo de fuente de luz empleado para polimerizar el adhesivo. En este contexto, a diferencia de las lámparas halógenas, las lámparas de luz LED (Light Emitting Diode) o Diodo emisor de luz, como la que se utilizó para este proyecto, reduce el tiempo de curado dramáticamente;⁶⁶ sin embargo, su longitud de onda más corta, tiene una cobertura menor del área de absorción del fotoiniciador, y por lo tanto disminuye la polimerización fotoinducida de la resina.²⁸ Estos factores, aunados a que el material de la guía de transferencia a pesar de ser transparente, actúa como un filtro, y su grosor aumenta la distancia desde la fuente de luz, determinan que las guías reduzcan la intensidad de la luz que llega finalmente al adhesivo.⁶⁶ Todos estos factores, pudieron haber afectado el proceso de curado de la resina fluida fotopolimerizable (Transbond Supreme LV. 3M Unitek), usada en los grupos experimentales II de ambas fases de este estudio; lo cual resultó en que su fuerza promedio de RD fuera la más baja de los tres grupos estudiados en ambas fases de esta investigación; es decir, no sólo para los brackets metálicos (10.05 MPa), sino también para los cerámicos (8.18 MPa). A pesar de esto, cabe mencionar que ambos valores de RD sobrepasaron el rango sugerido por Reynolds,⁵⁵ como clínicamente aceptable (6 a 8 MPa); este hecho, aunado a la manipulación clínica de este material, que como varios estudios previos han mencionado, resultó ser muy cómoda, permiten sugerir que pudiera ser empleado eficaz y eficientemente en la adhesión indirecta de ambos tipos de brackets ortodóncicos.^{42,45,51,82,83}

Como se mencionó anteriormente, tanto para los brackets metálicos, como para los cerámicos, los grupos control adheridos directamente, tuvieron una RD mayor que los grupos experimentales adheridos de manera indirecta.^{44,83} Esto difiere con los resultados de varios estudios realizados al respecto, los cuales no encontraron diferencias.^{15,23,26,42,43,67}

Estas discrepancias se entienden al conocer la naturaleza tan compleja de la adhesión en ortodoncia, y principalmente la del sistema indirecto, ya que son muchas las variables involucradas en este procedimiento.^{40,46,53,84-86} Dichas variables se relacionan no sólo con la técnica de adhesión, sino con las características de los dientes, de los brackets y de los adhesivos empleados, las cuales tienen importantes efectos en los resultados de una investigación, y hacen difícil la tarea de realizar comparaciones entre distintos estudios.^{15,17,23,26,41,43,53,87}

El mayor valor de RD en los brackets adheridos con el procedimiento directo, pudiera estar relacionado con la afirmación que numerosos estudios han hecho, acerca de que la interfase generada a partir de la AI (figura 3, p.15), es débil, especialmente a nivel de la capa de la resina más fluida, que une la base individualizada de resina, con el diente.^{16,23,42,49,59,60} Esto ha sido asociado no sólo con la diferencia en la composición química de las distintas capas de la interfase,^{67,68} sino también con el tiempo de envejecimiento, distinto de cada una de ellas al momento de cementar el bracket,^{17,24,41,49,67,80} y con el incremento en su irregularidad y grosor.^{23,39,44,69,88} De manera interesante, la supuesta debilidad a nivel de esta interfase, parece ser una ventaja al adherir brackets cerámicos,^{24,41} ya que ha sido demostrado que un problema con este tipo de brackets es que su resistencia al descementado es muy alta, la cual se ha asociado con el desprendimiento de porciones de esmalte al retirar este tipo de brackets.^{59,69,89}

Se ha mencionado, que el límite de tensión lineal del esmalte es de 14.5 MPa, por lo cual, al ser sometido a una fuerza tensional mayor, aumenta la probabilidad de que sufra daños.^{62,70,78,90,91} Los resultados de RD obtenidos con AD de los brackets cerámicos, comprobaron esta información, ya que fue el único grupo que presentó un valor promedio que sobrepasó este límite, y además presentó fracturas del esmalte ($2/25 = 8\%$), así como brackets rotos ($13/25 = 52\%$). Como numerosas investigaciones han demostrado, la RD para los brackets cerámicos resultó mayor que para los metálicos, pero solo con AD.^{78,84,86,90,92-94} En cambio, con AI, la RD fue mayor para los brackets metálicos en comparación con los cerámicos. Esta reducción de la fuerza requerida para desprender los brackets cerámicos, después de ser adheridos indirectamente, pudiera ser muy favorecedora clínicamente; ya que el riesgo de daño al esmalte al retirar este tipo de aparatología, manifestado en forma de grietas, fracturas o desprendimiento de porciones de esmalte, ya no representaría una preocupación para el ortodoncista. Además, la combinación del procedimiento de AI con los brackets cerámicos, ofrece la posibilidad de colocarlos de

manera correcta desde el inicio del tratamiento, disminuyendo la necesidad de realizar recolocaciones, con las cuales hay que enfrentar las desventajas antes mencionadas.^{14,53,67,85}

Como puede observarse, en el diseño de la presente investigación, los resultados de las dos fases que conforman el estudio, no se confrontaron en el análisis estadístico; esto se debe a que las características de los brackets estudiados, tales como el material del que están fabricados, el tamaño y forma de su base, hacen difíciles las comparaciones.^{62,67,79,94,95}

El IAR es un dato importante al evaluar la adhesión de los brackets ortodóncicos, ya que no sólo se asocia con la cantidad de adhesivo residual sobre la superficie del esmalte, después de retirar un bracket,^{54,85} también, proporciona información sobre el tipo de falla en la adhesión. Según Shiau,⁴¹ las pruebas de resistencia al desprendimiento de los brackets, deben complementarse con un análisis de la localización de la fractura en la interfase diente–bracket, con el fin de identificar la zona más débil y tratar de mejorarla. La falla en la adhesión ortodóncica se ha clasificado en tres tipos. La falla adhesiva, que se presenta entre la superficie del adhesivo y una superficie adherente que puede ser el esmalte o la base del bracket, y se manifiesta clínicamente con la gran mayoría del adhesivo en alguna de estas dos superficies, mientras que, en la superficie opuesta hay poco o nada de adhesivo remanente. El segundo tipo es la falla cohesiva, que se presenta dentro de la capa de adhesivo, existiendo remanentes de adhesivo tanto sobre el esmalte, como en la base del bracket. La tercera falla es el tipo mixto, que es una combinación de las dos anteriores.⁶⁹ Resulta importante saber, que mientras mayor es la fuerza de adhesión del bracket (RD) al diente, los valores de IAR también son altos (2 o 3), existiendo gran cantidad de adhesivo residual. Hay autores que consideran que esto es ideal, pues se reduce el riesgo de provocar daños al esmalte como grietas, fracturas o desprendimiento;^{18,69} sin embargo, si esto sucede, es porque hay una alta retención de la resina adhesiva en el esmalte dental, y al mismo tiempo, la retención del adhesivo en la base del bracket no es tan fuerte. No obstante, si la retención del adhesivo en la base del bracket, resulta tan fuerte como la del adhesivo con el esmalte, el riesgo de provocar daños al esmalte durante el retiro de los brackets, es muy alto. Por lo tanto, resulta de igual importancia conocer el comportamiento de los distintos adhesivos, no solo en relación con el esmalte dental, sino también con los distintos tipos de brackets y diseño de las bases de los mismos.^{53,79,95} En oposición a la idea de que los valores altos de IAR son convenientes, se ha mencionado mucho en la literatura,

que es preferible tener poco adhesivo residual al retirar la aparatología ortodóncica,^{23,60,96} ya que el clínico debe de realizar muy poco trabajo para dejar una superficie del esmalte limpia y terza,^{44,47,69} lo cual resulta conveniente tanto para el operador, como para el esmalte dental.

Es un hecho que cualquier metodología, de cuyos resultados se tiene poco conocimiento, primero debe ser estudiada *in vitro*, para determinar la mejor forma de llevarla a cabo, antes de aplicarla a un paciente.⁴⁹ Una de sus principales ventajas es que gracias a la posibilidad de tener condiciones controladas,^{84,87} se puede determinar de manera más exacta, la influencia que tiene un factor específico, en relación con los resultados de un procedimiento.⁹⁷ Sin embargo, todos los investigadores coinciden, en que los resultados obtenidos de una investigación realizada en el laboratorio, no pueden extrapolarse a los procedimientos clínicos; por lo que no es posible hacer recomendaciones sin antes haber aplicado los procedimientos estudiados, bajo condiciones clínicas.⁵⁴ Esto se debe a que existen incontables condiciones en el ambiente oral, que influyen en el desempeño de los distintos materiales dentales.^{79,87} Por lo tanto, ante los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación, se plantea la sugerencia de replicar la metodología aquí sugerida, en un estudio clínico, con el fin de poder hacer recomendaciones clínicas apoyadas con evidencias científicas.

10. Conclusiones generales

- Todos los grupos estudiados presentaron una resistencia al desprendimiento mayor al rango propuesto como clínicamente aceptable.
- Tanto los brackets metálicos como los cerámicos, adheridos con técnica directa, presentaron una resistencia al desprendimiento mayor que los adheridos con el procedimiento indirecto. Sin embargo, todos los brackets adheridos indirectamente fueron manipulados exitosamente, soportando el retiro de las guías colocadoras sin desprenderse.
- El uso de ambos tipos de adhesivos con el procedimiento indirecto resultó eficiente y eficaz; sin embargo, con ambos tipos de brackets, la resina fotopolimerizable presentó un valor medio de resistencia al desprendimiento, menor que el grupo adherido con el sistema de autocurado, quizá por el efecto que tiene la guía, de obstruir el paso de la luz polimerizadora, a pesar de haber elegido un material translúcido para elaborarla en este estudio.
- Parece ser que la combinación de brackets cerámicos con la técnica indirecta, favorece la preservación de la integridad del esmalte al retirar los brackets, ya que en ambos grupos experimentales no se presentó ninguna fractura de esmalte, hecho que coincide con la menor resistencia al desprendimiento de estos grupos, en comparación con la adhesión directa.

11. Bibliohemerografía utilizada

1. Proffit WR, Fields H, Ackerman JL, Sinclair PM, Thomas PM, Tulloch JFC. Ortodoncia. Teoría y Práctica. 2ª ed. Madrid: Mosby; 1994:2.
2. Başaran G, Veli İ. Modern etching and bonding materials in Orthodontics. In: Naretto S, ed. Principles in contemporary Orthodontics. Croatia: InTech; 2011:181-212.
3. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. Am J Orthod 1965;51:901-12.
4. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;34:849-53.
5. Retief DH, Dreyer CJ, Gavion G. The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive. Am J Orthod 1970;58:21-40.
6. Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas S, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore Memorial Lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003;28:215-35.
7. Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. Am J Orthod 1971;59:350-61.
8. Pereira JR, Pamato S, Vargas M, Newton F Jr. State of the Art of Dental Adhesive Systems. Curr Drug Deliv 2018;15:610-9.
9. Üşümez S, Erverdi N. Adhesives and bonding in Orthodontics. In: Nanda R, Kapila S, eds. Current Therapy in Orthodontics. 1st ed. St. Louis: Mosby; 2009:45-67.
10. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. Am J Orthod 1972;62:236-44.
11. Gange P. The evolution of bonding in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;147:S56-63.
12. Issamu-Nojima L, Silveira-Araújo A, Alves M. Indirect orthodontic bonding - a modified technique for improved efficiency and precision. Dental Press J Orthod 2015;20:109-17.
13. Aksakalli S, Demir A. Indirect bonding: A literature review. Eur J Gen Dent 2012;1:6-9.
14. Parmukçu H, Özsoy ÖP, Dağalp R. In vitro and in vivo comparison of orthodontic indirect bonding resins: A prospective study. Niger J Clin Pract 2018;21:614-23.
15. Klocke A, Shi J, Kahl-Nieke B, Bismayer U. Bond strength with custom base indirect bonding techniques. Angle Orthod 2003;73:176-80.
16. Wendl B, Droschl H, Muchitsch P. Indirect bonding- a new transfer method. Eur J Orthod 2008;30:100-7.

17. Klocke A, Tadic D, Vaziri F, Khal-Nieke B. Custom base preaging in indirect bonding. *Angle Orthod* 2004;74(1):106-11.
18. Zachrisson B. Adhesión en ortodoncia. En: Graber T, Vanarsdall R. *Ortodoncia. Principios generales y técnicas*. Argentina: Médica Panamericana; 1994:543.
19. Sondhi A. Efficient and effective indirect bonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115:352-9.
20. White LW. A new and improved indirect bonding technique. *J Clin Orthod* 1999; 33:17-23.
21. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod* 1978;74:62-78.
22. Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. *J Clin Orthod* 1979;13:93-106.
23. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: bond strength and failure location. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;94:367-71.
24. Shiau JY, Rasmusen ST, Phelps AE, Enlow DH, Wolf GR. Bond strength of aged composites found in brackets placed by an indirect technique. *Angle Orthod* 1993;63:213-20.
25. Sondhi A. Bonding in the new millennium: reliable and consistent bracket placement with indirect bonding. *World J Orthod* 2001;2:106-114.
26. Milne JW, Andreasen GF, Jakobsen JR. Bond strength comparison: a simplified indirect technique versus direct placement of brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989; 96: 8-15.
27. Miles PG. Indirect bonding with a flowable light-cured adhesive. *J Clin Orthod* 2002;36:646-7.
28. Wendl B, Droschl H, Ker W. A comparative study of polymerization lamps to determine the degree of cure of composites using infrared spectroscopy. *Eur J Orthod* 2004;26:545-51.
29. Tavas MA, Watts DC. A visible light-activated direct bonding material: an in vitro comparative study. *Br J Orthod* 1984;11:33-7.
30. Read MJF, O'Brien KD. A clinical trial of an indirect bonding technique with visible light-cured adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:259-62.
31. Kasrovi PM, Timmins S, Shen A. A new approach to indirect bonding using light-cure composites. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997;111:652-6.
32. Hamula W. Direct bonding with light-cured adhesives. *J Clin Orthod* 1991;25:437-8.

33. Sondhi A. Effective and efficient indirect bonding: the Sondhi Method. *Semin Orthod* 2007;13:43-57.
34. Yagci A, Uysal T, Ulker M, Ramoglu SI. Microleakage under orthodontic brackets bonded with the custom base indirect bonding technique. *Eur J Orthod* 2010;32:259-63.
35. Abdelnaby YL, Al-Wakeel EE. Influence of modifying the resin coat application protocol on bond strength and microleakage of metal orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2010;80:378-84.
36. Öztürk F, Ersöz M, Öztürk SA, Hatanoğlu E, Malkoç S. Micro-CT evaluation of microleakage under orthodontic ceramic brackets bonded with different bonding techniques and adhesives. *Eur J Orthod* 2016;38:163-9.
37. Higgins DW. Indirect bonding with light-cured adhesive and hybrid transfer tray. *Semin Orthod* 2007;13:64-8.
38. Arici S, Caniklioglu CM, Arici N, Ozer M, Oguz B. Adhesive thickness effects on the bond strength of a light-cured resin-modified glass ionomer cement. *Angle Orthod* 2005;75:254-9.
39. Muguruma T, Yasuda Y, Iijima M, Kohda N, Mizoguchi I. Force and amount of resin composite paste used in direct and indirect bonding. *Angle Orthod* 2010;80:1089-94.
40. Kalange JT, Thomas RG. Indirect bonding: A comprehensive review of the literature. *Semin Orthod* 2007;13:3-10.
41. Shiau JY, Rasmussen ST, Phelps AE, Enlow DH, Wolf GR. Analysis of the "shear" bond strength of pretreated aged composites used in some indirect bonding techniques. *J Dent Res* 1993;72:1291-7.
42. Thompson MA, Drummond JL, BeGole EA. Bond strength analysis of custom base variables in indirect bonding techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2008;133:9.e15-20.
43. Yi GK, Dunn WJ, Taloumis LJ. Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;124:577-81.
44. Polat O, Karaman AI, Buyukyilmaz T. In vitro evaluation of shear bond strengths and in vivo analysis of bond survival of indirect-bonding resins. *Angle Orthod* 2004;74:405-9.
45. Miles PG, Weyant RJ. A comparison of two indirect bonding adhesives. *Angle Orthod* 2005;75:1019-23.
46. Linn BJ, Berzins DW, Dhuru VB, Bradley TG. A comparison of bond strength between direct- and indirect- bonding methods. *Angle Orthod* 2006;76:289-94.

47. Daub J, Berzins DW, Linn BJ, Bradley TG. Bond strength of direct and indirect bonded brackets after thermocycling. *Angle Orthod* 2006;76:295-300.
48. Deahl ST, Salome N, Hatch JP, Rugh JD. Practice-based comparison of direct and indirect bonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2007;132:738-42.
49. Kanashiro LK, Robles-Ruíz JJ, Ciamponi AL, Medeiros IS, Dominguez GC, de Fantini SM. Effect of adhesion boosters on indirect bracket bonding. *Angle Orthod* 2014;84:171-6.
50. Flores T, Mayoral JR, Giner L, Puigdollers A. Comparison of enamel-bracket bond strength using direct- and indirect-bonding techniques with a self-etching ion releasing S- PRG filler. *Dent Mater J* 2015;34:41-7.
51. Dobrin KR, Bollu P, Chaudhry K, Subramani K. In vitro evaluation of shear bond strength of orthodontic stainless steel brackets using transillumination. *J Clin Exp Dent* 2018;10:e450-e457.
52. Ciuffolo F, Tenisci N, Pollutri L. Modified bonding technique for a standardized and effective indirect bonding procedure. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2012;141:504-9.
53. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strength and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:302-7.
54. Scribante A, Contreras-Bulnes R, Montasser MA, Vallittu PK. Orthodontics: Bracket Materials, Adhesives Systems, and Their Bond Strength. *Biomed Res Int* 2016;2016:1329814.
55. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
56. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
57. Sfondrini MF, Gatti S, Scribante A. Shear bond strength of self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 2011;33:71-4.
58. Abu-Shahba R, Alassiry A. Comparative evaluation of the maxillary canine retraction rate and anchorage loss between two types of self-ligating brackets using sliding mechanics. *J Orthod Sci* 2019;8:3.
59. Yang L, Yin G, Liao X, Yin X, Ye N. A novel customized ceramic bracket for esthetic orthodontics: in vitro study. *Prog Orthod* 2019;20:39.
60. Sinha PK, Nanda RS. The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997 Aug;112:132-7.

61. Frankenberger R, Van Meerbeek B. Editorial: Adhesive dentistry - no future? We don't think so!. *J Adhes Dent* 2017;19:3.
62. Delavarian M, Rahimi F, Mohammadi R, Imani MM. Shear bond strength of ceramic and metal brackets bonded to enamel using color-change adhesive. *Dent Res J (Isfahan)* 2019;16:233-23.
63. Tavas MA, Watts DC. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study. *Br J Orthod* 1979;6:207-8.
64. Odegaard J. The use of visible light-curing composites in bonding ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;97:188-93.
65. Scougall-Vilchis R. Adhesión contemporánea en Ortodoncia: Principios clínicos basados en evidencia científica. México: Eón; 2018:13-31.
66. Krug AY, Conley RS. Shear bond strengths using an indirect technique with different light sources. *J Clin Orthod* 2005;39:485-7.
67. Demirovic K, Slaj M, Spalj S, Slaj M, Kobaslija S. Comparison of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Using Direct and Indirect Bonding Methods in Vitro and in Vivo. *Acta Inform Med* 2018;26:125-9.
68. Mitsaki-Matsou H, Karanika-Kouma A, Papadoyiannis Y, Theodoridou-Pahine S. An in vitro study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. *Quintessence Int* 1991;22:475-81.
69. Daratsianos N, Schütz B, Reimann S, Weber A, Papageorgiou SN, Jäger A, Bourauel C. The influence of enamel sandblasting on the shear bond strength and fractography of the bracket-adhesive-enamel complex tested in vitro by the DIN 13990:2017-04 standard. *Clin Oral Investig* 2019;23:2975-2985.
70. Dumbryte I, Linkeviciene L, Linkevicius T, Malinauskas M. Enamel microcracks in terms of orthodontic treatment: A novel method for their detection and evaluation. *Dent Mater J* 2017;36:438-46.
71. Koga M, Watanabe K, Koga T. Quick indirect bonding system (Quick IDBS): an indirect bonding technique using a double-silicone bracket transfer tray. *Semin Orthod* 2007;13:11-8.
72. Castilla AE, Crowe JJ, Moses JR, Wang M, Ferracane JL, Covell DA. Measurement and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques. *Angle Orthod* 2014;84:607-14.
73. Shooter KJ, Griffin MP, Kerr B. The effect of changing crosshead speed on the shear bond strength of orthodontic bonding adhesive. *Aust Orthod J* 2012;28:44-50.

74. Oliveira NS, Gribel BF, Neves LS, Lages EMB, Macari S, Pretti H. Comparison of the accuracy of virtual and direct bonding of orthodontic accessories. *Dental Press J Orthod* 2019;24:46-53.
75. Grünheid T, Lee MS, Larson BE. Transfer accuracy of vinyl polysiloxane trays for indirect bonding. *Angle Orthod* 2016;86:468-74.
76. Li Y, Mei L, Wei J, et al. Effectiveness, efficiency and adverse effects of using direct or indirect bonding technique in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2019;19:137.
77. Sfondrini MF, Gatti S, Scribante A. Shear bond strength of self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 2011;33:71-4.
78. Jena AK, Duggal R, Mehrotra AK. Physical Properties and Clinical Characteristics of Ceramic Brackets: A Comprehensive Review. *Trends Biomater Artif Organs* 2007;20:000.
79. Alzainal AH, Majud AS, Al-Ani AM, Mageet AO. Orthodontic Bonding: Review of the Literature. *Int J Dent* 2020;2020:8874909.
80. Klocke A, Shi J, Vaziri F, Kahl-Nieke B, Bismayer U. Effect of time on bond strength in indirect bonding. *Angle Orthod* 2004;74:245-50.
81. Zhang Y, Yang C, Li Y, Xia D, Shi T, Li C. Comparison of three-dimensional printing guides and double-layer guide plates in accurate bracket placement. *BMC Oral Health*. 2020;20:127.
82. Cinader DK, James DS. Transbond™ Supreme LV low viscosity light cure adhesive: Suitable for indirect bonding. *Orthodontic Perspectives* 2009;16:24-6.
83. Queiróz Tavares ML, Elias CN, Nojima LI. Effects of different primers on indirect orthodontic bonding: Shear bond strength, color change, and enamel roughness. *Korean J Orthod* 2018;48:245-52.
84. Bakhadher W, Halawany H, Talic N, Abraham N, Jacob V. Factors Affecting the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets - a Review of In Vitro Studies. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2015;58:43-8.
85. Pamukçu H, Özsoy ÖP. Indirect Bonding Revisited. *Turk J Orthod* 2016;29:80-86
86. Gupta A, Kallury A, Sahu K. Influence of Various Factors Affecting Shear Bond Strength: A review. *J Appl Dent Med Sci* 2017; 3.
87. Finnema KJ, Ozcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:615-622.e3.
88. Montaser M. Effect of applying a sustained force during bonding orthodontic brackets on the adhesive layer and on shear bond strength. *Eur J Orthod* 2011;33:402-6.

89. Sinha PK, Rohrer MD, Nanda RS, Brickman CD. Interlayer formation and its effect on debonding polycrystalline alumina orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:455-63.
90. Haydar B, Sankaya S, Çehreli ZC. Comparison of shear bond strength of three bonding agents with metal and ceramic brackets. *Angle Orthod* 1999;69:457-62.
91. Arash V, Naghipour F, Ravadgar M, Karkhah A, Barati MS. Shear bond strength of ceramic and metallic orthodontic brackets bonded with self-etching primer and conventional bonding adhesives. *Electron Physician*. 2017 Jan 25;9(1):3584-91.
92. Odegaard J, Segner D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:201-6.
93. Ansari MY, Agarwal DK, Gupta A, Bhattacharya P, Ansar J, Bhandari R. Shear Bond Strength of Ceramic Brackets with Different Base Designs: Comparative In-vitro Study. *J Clin Diagn Res* 2016;10:ZC64-ZC68.
94. Chalipa J, Jalali YF, Gorjizadeh F, Baghaeian P, Hoseini MH, Mortezaei O. Comparison of Bond Strength of Metal and Ceramic Brackets Bonded with Conventional and High-Power LED Light Curing Units. *J Dent (Tehran)* 2016;13:423-30.
95. Sha HN, Choi SH, Yu HS, Hwang CJ, Cha JY, Kim KM. Debonding force and shear bond strength of an array of CAD/CAM-based customized orthodontic brackets, placed by indirect bonding- An In Vitro study. *PLoS One* 2018;13:e0202952.
96. Cetik S, Ha TH, Sitri L, Duterme H, Pham V, Atash R. Comparison of Shear Strength of Metal and Ceramic Orthodontic Brackets Cemented to Zirconia Depending on Surface Treatment: An In Vitro Study. *Eur J Dent*. 2019;13:150-5.
97. Ziebura T, Hohoff A, Flieger S, Stamm T. Accidental debondings: Buccal vs fully individualized lingual multibracket appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:649-54.

12. ANEXOS

12.1 Formato para el registro de valores de RD e IAR.

| Registro de Resistencia al descementado (RD) | | | |
|--|----------------|--------------------|-----|
| GRUPO : | | | |
| No. de espécimen | RD Newtons (N) | Megapascales (Mpa) | IAR |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |

12.2 Carta de Consentimiento informado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
Centro de Estudios Avanzados de Investigación en Odontología



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
Dirigido a los pacientes que participen en la donación de órganos dentarios con fines de investigación científica

Título del proyecto:

“Evaluación de la adhesión *in vitro* de brackets ortodóncicos con el procedimiento indirecto”

Estimado (a) paciente:

Como parte del servicio que proporcionamos a la comunidad en el área de la salud bucal, estamos involucrados en el desarrollo investigación científica dentro de la Facultad de Odontología de la UAEMéx. Actualmente desarrollamos un proyecto que tienen como finalidad estudiar nuevas técnicas y materiales que surgen para ser usados en el área de Ortodoncia, con el fin de conocer las ventajas y desventajas que estos tienen, antes de aplicarlas en nuestros pacientes y así poder ofrecerles tratamientos más seguros y vanguardistas.

Usted está siendo invitado a participar en este proyecto, si acepta, es importante que considera la siguiente información. Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro.

Objetivo de la investigación:

Estudiar en dientes extraídos el uso de un procedimiento alternativo para adherir brackets al esmalte dental.

Procedimientos:

Recolectar dientes extraídos por razones ortodóncicas, los cuales serán almacenados hasta obtener la muestra requerida, de un total de 150 premolares. No tendrán identificación alguna que los asocie con la persona que los donó, además de que no recabaremos ninguno de sus datos personales, excepto los necesarios para validar este consentimiento informado. Todos los dientes serán empleados, para adherirles a la superficie del esmalte, un bracket, y medir la fuerza que resisten antes de desprenderse, y posteriormente evaluar el esmalte dental con un microscopio. Una vez finalizado su uso serán dispuestos según lo marca la NOM-087-ECOL-SSA1-2002.

Por esta razón, solicitamos su apoyo y autorización, para que los dientes que le serán extraídos, por motivo de su tratamiento de ortodoncia, sean donados para desarrollar este proyecto de investigación.

Aviso de Privacidad Simplificado: La Mtra. Chrisel Zárate Díaz, alumna de la facultad de Odontología de la UAEMéx., es la responsable del resguardo y tratamiento de los datos personales que nos proporcione, los cuales serán protegidos conforma a lo dispuesto por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Los datos personales que le solicitaremos,

serán utilizados exclusivamente para las finalidades expuestas en este documento, y no se compartirán de forma alguna. Así mismo, está a su disposición el Aviso de Privacidad de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Si usted acepta participar en la investigación, le entregaremos una copia de este documento que le pedimos sea tan amable de firmar.

Agradecemos su tiempo y estamos a sus órdenes para aclarar cualquier duda.

| |
|--|
| <p>Declaración de la persona que da el consentimiento</p> <ul style="list-style-type: none">• Se me ha leído esta Carta de consentimiento• Me han explicado el estudio de investigación, incluyendo el objetivo y todos los aspectos de mi participación.• He podido hacer preguntas relacionadas con mi participación, y me han respondido satisfactoriamente mis dudas. <p>Si usted entiende la información que le hemos dado en este formato y está de acuerdo en participar en este estudio, entonces le pedimos que indique su consentimiento para participar en esta investigación científica.</p> <p>Participante:</p> <p>Nombre y firma: _____ Fecha: _____</p> <p>Nombre y firma del padre o tutor (si es el caso): _____</p> |
| <p>Testigo 1</p> <p>Nombre y firma: _____</p> <p>Relación con el participante: _____</p> |
| <p>Testigo 2</p> <p>Nombre y firma: _____</p> <p>Relación con el participante: _____</p> |
| <p>Investigador que obtiene el consentimiento</p> <p>Nombre y firma _____</p> |

12.3 Carta de Asentimiento



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
Centro de Estudios Avanzados de Investigación en Odontología



CARTA DE ASENTIMIENTO

Dirigido a los pacientes menores de edad que participen en la donación de órganos dentarios con fines de investigación científica

Título del proyecto:

“Evaluación de la adhesión *in vitro* de brackets ortodóncicos con el procedimiento indirecto”

Hola, mi nombre es Chrisel Zárate Díaz y actualmente colaboro una investigación para evaluar un procedimiento diferente para adherir brackets a los dientes, y para ello queremos pedirte que participes en nuestro estudio. Tu participación consistiría en donar los dientes que te serán extraídos debido a tu tratamiento de ortodoncia.

Tu papá y/o mamá han sido informados sobre la investigación, así como los detalles de tu participación, en caso de que aceptes.

Tu participación en el estudio depende de ti, aun cuando tu papá y/o mamá hayan dicho que puedes participar.

Toda la información que nos proporcionas será protegida por mí, y no la compartiremos con nadie.

Si aceptas participar, por favor marca con una (✓) en frente a la frase “Sí quiero participar” y escribe abajo tu nombre.

Si no quieres participar no escribas nada. Gracias.

Sí quiero participar ()

Nombre : _____

Nombre y firma de quien obtiene el asentimiento: _____

Fecha: _____

12.4 Aviso de Privacidad de la Universidad Autónoma del Estado de México

La Universidad Autónoma del Estado de México, en lo sucesivo y para efectos del presente aviso, se denominará como “La Universidad”, con domicilio en Instituto Literario Ote. No. 100, Col. Centro. C.P. 50000, Toluca, Estado de México; a través de sus espacios académicos y administrativos es la responsable del uso, protección y tratamiento de sus datos personales, observando íntegramente para ello lo previsto en la Ley de Protección de Datos Personales del Estado de México, en lo subsecuente “La ley”.

La entrega de los datos personales es facultativa, en caso de que el titular se negara a otorgarlos, se generará como consecuencia el no estar en posibilidades de realizar el trámite que pretende llevar a cabo.

En caso de no oponerse a este acto, se entiende que existe un consentimiento expreso para su tratamiento, en los términos citados en el presente aviso de privacidad.

“La Universidad” protesta no transmitir sus datos personales a persona física o jurídico colectiva alguna que sea ajena a la Institución sin su consentimiento expreso; notificándole en su caso qué datos serán transmitidos, cuál es la finalidad de dicho trámite y quién es el destinatario.

Para la mejor comprensión del presente aviso de privacidad le informamos lo siguiente:

¿Para qué fines se recabarán sus datos personales?

Los datos personales que recabamos de usted, los utilizaremos para las siguientes finalidades que son necesarias dentro de las actividades propias de “La Universidad”:

- Trámites académicos, como pueden ser los relativos a inscripción, reinscripción, solicitud de becas, historial académico, tutoría y mentoría académica, titulación, prestación de servicio social y prácticas profesionales, movilidad estudiantil, participación en proyectos de investigación, registro de evaluaciones, repositorio institucional y cualquier actividad y obligación surgida del quehacer universitario.
- Trámites administrativos, como pueden ser los relativos a recursos financieros, recursos humanos, recursos materiales, servicios generales y obra universitaria, así como las demás relativas a la contraloría, marco legal, gestión, planeación, estadística universitaria y cualquier actividad y obligación surgida del quehacer universitario.
- Actividades y/o servicios diversos, como pueden ser sociales, de difusión de la cultura, deportivos, médicos, recreativos, empresariales, de investigación, extensión, publicación de eventos, sistema de consulta en línea para padres de familia, entre otros.

¿Qué datos personales se recabarán?

Para llevar a cabo las finalidades descritas en el presente aviso de privacidad y dependiendo específicamente del trámite a realizar, se utilizarán, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes datos personales.

- Datos de identificación como: nombre, número de cuenta, estado civil, firma autógrafa y electrónica, registro federal de contribuyentes (RFC), clave única de registro de población (CURP), número de seguridad social, nacionalidad, fecha de nacimiento, datos contenidos en acta de nacimiento, datos relacionados con terceros, fotografía, imagen, voz, entre otros.
- Datos de contacto como: domicilio, números telefónicos fijos o celulares o correos electrónicos de índole particular, entre otros.
- Datos académicos como: calificaciones cuantitativas, cualitativas, promedios y observaciones a las calificaciones, evaluaciones y las opiniones vertidas en ellas.
- Datos patrimoniales o financieros

Además “La Universidad” podrá utilizar para las finalidades descritas anteriormente los siguientes datos personales considerados como sensibles, que requieren especial atención:

- Datos respecto de su estado o condición de salud física o mental
- Datos sobre afiliación sindical
- Datos de origen étnico o racial
- Preferencias sexuales
- Situación genética

De los Derechos ARCO, revocación y limitación del uso de los datos personales

El titular podrá ejercer en los términos previstos por “La Ley” su derecho de acceso, rectificación, cancelación u oposición (ARCO). Asimismo “La Universidad” atenderá las solicitudes que el titular tenga respecto a la revocación de su consentimiento para dar tratamiento, uso o divulgar sus datos personales. Es importante considerar que no en todos los casos se podrá atender y/o concluir dicha solicitud de forma inmediata, ya que es posible que por alguna obligación legal o administrativa requiramos seguir tratando sus datos personales. Aunado a esto el titular de los datos debe considerar que esta acción puede implicar que no se podrá seguir prestando el servicio solicitado o concluir el trámite que el titular ha iniciado con “La Universidad”.

Para realizar cualquiera de estos procedimientos, así como recibir asesoría por parte de la Universidad, el titular podrá acudir a las oficinas de la Dirección de Transparencia Universitaria localizadas en la calle Valentín Gómez Farías Oriente No. 200, Colonia 5 de Mayo C.P. 50090 Toluca, Estado de México. Para el ejercicio de sus Derechos ARCO el titular puede también, en caso de así desearlo, ingresar su solicitud en la dirección electrónica www.sarcoem.org.mx correspondiente al Sistema de Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición de Datos Personales del Estado Mexiquense.

El responsable de vigilar la protección de los sistemas que contengan datos personales es el Lic. en D. Hugo Edgar Chaparro Campos, titular de la Dirección de Transparencia Universitaria.

De los cambios y modificaciones al Aviso de privacidad

Derivado de nuevos requerimientos legales o de nuevas necesidades administrativas o de otra índole, el presente aviso de privacidad se identifica con el número de revisión 02 de fecha 7/12/2016, sin embargo, podrá sufrir cambios y modificaciones.

“La Universidad” se compromete a mantenerlo informado sobre los cambios que pueda sufrir el presente, a través del sitio electrónico de “La Universidad” (www.uaemex.mx) así como por diversos medios de comunicación masiva que en su momento se determine.

REVISIÓN NÚM. 02 FECHA DE APROBACIÓN 7/12/2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

12.5 Fundamentos éticos

- **Declaración De Helsinki.** Asociación Médica Mundial. (21 de marzo de 2017)

Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

“...Principios generales...”

7. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales.

8. Aunque el objetivo principal de la investigación médica es generar nuevos conocimientos, este objetivo nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de la persona que participa en la investigación.

9. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. La responsabilidad de la protección de las personas que toman parte en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro profesional de la salud y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento...”

- **Declaración Universal sobre bioética y Derechos Humanos.** UNESCO. (19 de octubre del 2005)

“...Disposiciones generales...”

Art. 1: Alcance

1. La Declaración trata de las cuestiones éticas relacionadas con la medicina, las ciencias de la vida y las tecnologías conexas aplicadas a los seres humanos, teniendo en cuenta sus dimensiones sociales, jurídicas y ambientales.

2. La Declaración va dirigida a los Estados. Imparte también orientación, cuando procede, para las decisiones o prácticas de individuos, grupos, comunidades, instituciones y empresas, públicas y privadas...”

“Art. 2: Objetivos...”

d) reconocer la importancia de la libertad de investigación científica y las repercusiones beneficiosas del desarrollo científico y tecnológico, destacando al mismo tiempo la necesidad de que esa investigación y los consiguientes adelantos se realicen en el marco de los principios éticos enunciados en esta Declaración y respeten la dignidad humana, los derechos humanos y las libertades fundamentales;...”

- **Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos.** CIOMS-OMS (2016)

“...Pauta 9: Personas que tienen capacidad de dar consentimiento informado

Los investigadores tienen el deber de dar a los posibles participantes en una investigación la información pertinente y la oportunidad de dar su consentimiento voluntario e informado para participar en una investigación o de abstenerse de hacerlo, a menos que un comité de ética de la investigación haya aprobado una

dispensa o modificación del consentimiento informado (véase la pauta 10, Modificaciones y dispensas del consentimiento informado). El consentimiento informado debería entenderse como un proceso, y los participantes tienen el derecho de retirarse en cualquier punto del estudio sin sanción alguna...”

“Pauta 11: Recolección, almacenamiento y uso de materiales biológicos y datos relacionados.

... Los investigadores no deben afectar adversamente los derechos y el bienestar de las personas de quienes se obtuvieron esos materiales.

Cuando se recolectan muestras para fines de investigación, debe obtenerse el consentimiento informado específico de la persona de quien se obtiene el material originalmente para un uso particular o el consentimiento informado amplio para un uso futuro no especificado. La aceptabilidad ética del consentimiento informado amplio descansa sobre una gobernanza adecuada. Este tipo de consentimiento debe obtenerse de la misma manera que se describe en la pauta 9 (Personas que tienen capacidad de dar consentimiento informado).

...Cuando los investigadores procuren usar materiales almacenados que fueron recolectados para investigaciones, usos clínicos u otros propósitos pasados sin haber obtenido el consentimiento informado para su uso futuro en una investigación, el comité de ética de la investigación puede omitir el requisito de consentimiento informado individual si: 1) no sería factible o viable realizar la investigación sin la dispensa; 2) la investigación tiene un valor social importante; y 3) la investigación entraña apenas riesgos mínimos para el participante o el grupo al cual este pertenece. Los custodios de los materiales biológicos deben tomar medidas para proteger la confidencialidad de la información vinculada al material, para lo cual deben compartir solo datos anónimos o codificados con los investigadores y limitar el acceso de terceros al material...”

- **Constitución política de los Estado Unidos Mexicanos.** (24 de febrero, 2017)

Art. 4°. Derecho a la protección de la salud

- **Ley General de Salud.** (8 de noviembre, 2019)

“TITULO PRIMERO Disposiciones Generales
CAPITULO UNICO...

Art. 2°. El derecho a la protección de la salud tiene las siguientes finalidades:...

VII. El desarrollo de la enseñanza y la investigación científica y tecnológica para la salud,...

“TITULO QUINTO Investigación para la Salud
CAPITULO UNICO...

Art. 96. “La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyan:...”

V. Al estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud,...

“TITULO DECIMO CUARTO Donación, Trasplantes y Pérdida de la Vida
CAPITULO I Disposiciones Comunes...

Art. 314.- Para efectos de este título se entiende por:...

III. Componentes, a los órganos, los tejidos, las células y sustancias que forman el cuerpo humano, con excepción de los productos;...

V. Destino final, a la conservación permanente, inhumación, incineración, desintegración e inactivación de órganos, tejidos, células y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los de embriones y fetos, en condiciones sanitarias permitidas por esta Ley y demás disposiciones aplicables;

VI. Donador o disponente, al que tácita o expresamente consiente la disposición en vida o para después de su muerte, de su cuerpo, o de sus órganos, tejidos y células, conforme a lo dispuesto por esta Ley y demás disposiciones jurídicas aplicables;...

X. Órgano, a la entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes, que mantiene de modo autónomo su estructura, vascularización y capacidad de desarrollar funciones fisiológicas;...

XVII. Disposición, el conjunto de actividades relativas a la obtención, extracción, análisis, conservación, preparación, suministro, utilización y destino final de órganos, tejidos, componentes de tejidos, células, productos y cadáveres de seres humanos, con fines terapéuticos, de docencia o investigación;...

CAPITULO II Donación...

Art. 321. La donación en materia de órganos, tejidos, células y cadáveres, consiste en el consentimiento tácito o expreso de la persona para que, en vida o después de su muerte, su cuerpo o cualquiera de sus componentes se utilicen para trasplantes.”

• **Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud**

(02 de abril, 2014)

“TITULO PRIMERO Disposiciones Generales

CAPITULO UNICO...

Art. 3°. La investigación para la salud comprende el desarrollo de acciones que contribuyen:...

V. Al estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o empleen para la prestación de servicios de salud;...”

“TITULO SEGUNDO De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos
CAPITULO I Disposiciones Comunes...

Art 13. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Art. 14. La investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse conforme a las siguientes bases:...

II. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos;...

V. Contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal;...

VI. Deberá ser realizada por profesionales de la salud;

VII. Contará con el dictamen favorable de las Comisiones de Investigación, Ética y la de bioseguridad en su caso;...

Art 17. Se considerará como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este Reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías:

I. Investigación sin riesgo;...

II. Investigación con riesgo mínimo: Estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: (...) obtención de dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, (...) entre otros, y

III.- Investigación con riesgo mayor que el mínimo...

Art 20. Se entiende por consentimiento informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos y riesgos a los que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna.

Art 21. Para que el consentimiento informado se considere existente, el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal deberá recibir una explicación clara y completa, de tal forma que pueda comprenderla, por lo menos, sobre los siguientes aspectos:

I. La justificación y los objetivos de la investigación;

II. Los procedimientos que vayan a usarse y su propósito, incluyendo la identificación de los procedimientos que son experimentales;...

VI. La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto;...

VIII. La seguridad de que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad;

IX. El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando;...

Art. 22. El consentimiento informado deberá formularse por escrito y deberá reunir los siguientes requisitos:

I. Será elaborado por el investigador principal, señalando la información a que se refiere el artículo anterior y atendiendo a las demás disposiciones jurídicas aplicables;

II. Será revisado y, en su caso, aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la institución de atención a la salud; Fracción reformada DOF 02-04-2014

III. Indicará los nombres y direcciones de dos testigos y la relación que éstos tengan con el sujeto de investigación;

IV. Deberá ser firmado por dos testigos y por el sujeto de investigación o su representante legal, en su caso. Si el sujeto de investigación no supiere firmar, imprimirá su huella digital y a su nombre firmará otra persona que él designe, y

V. Se extenderá por duplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal...

CAPITULO VI De la Investigación en Órganos, Tejidos y sus Derivados, Productos y Cadáveres de Seres Humanos...

Art. 59. La investigación a que se refiere este Capítulo comprende la que incluye la utilización de órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos, así como el conjunto de actividades relativas a su obtención, conservación, utilización, preparación, suministro y destino final."

• **Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de la Disposición de Órganos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos.** (26 de marzo, 2014)

“CAPITULO I. Disposiciones generales

Art. 1º: Este Reglamento tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley General de Salud, en lo que se refiere al control sanitario de la disposición de órganos, tejidos y sus componentes y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, con fines terapéuticos, de investigación y de docencia. Es de aplicación en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social. del control sanitario de la disposición de órganos tejidos y sus componentes y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, con fines terapéuticos, de investigación y docencia...

ARTICULO 6o.- Para los efectos de este Reglamento, se entiende por:...

IX.- Destino final: La conservación permanente, inhumación o desintegración en condiciones sanitarias permitidas por la Ley y este Reglamento, de órganos, tejidos y sus componentes y derivados, productos y cadáveres de seres humanos, incluyendo los embriones y fetos;

X.- Disponente: Quien autorice, de acuerdo con la Ley y este Reglamento, la disposición de órganos, tejidos, productos y cadáveres;

XI.- Disposición de órganos, tejidos y cadáveres y sus productos: El conjunto de actividades relativas a la obtención, preservación, preparación, utilización, suministro y destino final de órganos, tejidos y sus componentes y derivados, productos y cadáveres, incluyendo los de embriones y fetos, con fines terapéuticos, de docencia o de investigación;...

XVI.- Órgano: Entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño del mismo trabajo fisiológico;...

Art. 7º: Será considerado destino final de órganos, tejidos, productos y cadáveres de seres humanos:...

III: La inclusión en acrílico y otras sustancias plásticas;...

Art. 9º: En ningún caso se podrá disponer de órganos, tejidos, productos y cadáveres en contra de la voluntad del disponente originario.”

“CAPITULO II. De los disponentes...

Art. 13º: Disponente secundario:...

VI: Instituciones educativas con respecto a los órganos, tejidos y cadáveres que les sean proporcionados para investigación o docencia, una vez que venza el plazo de reclamación sin que este se haya efectuado,...

Art. 14º: Los disponentes secundarios a que se refiere el artículo anterior, podrán otorgar su consentimiento para la disposición del cadáver, de órganos y tejidos, así como de productos del disponente originario, en los términos de la Ley y este Reglamento.”

“CAPITULO III De la Disposición de Órganos, Tejidos y Productos...

SECCION SEGUNDA De la Disposición de Órganos y Tejidos Para Fines Terapéuticos...

Art. 29º: “La obtención, guarda, conservación, preparación y utilización de órganos, tejidos, sus componentes y productos de seres humanos vivos, o de cadáveres, para fines terapéuticos, de investigación científica o de docencia, sólo podrá hacerse en instituciones autorizadas para ello.”

“CAPITULO V. De la Investigación y Docencia

Art. 74°: Para los efectos de este Reglamento se designarán como instituciones educativas a las que se dediquen a la investigación o docencia y para lo cual utilicen órganos, tejidos y sus derivados, productos y cadáveres de seres humanos incluyendo los de embriones y fetos.”

• **Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados**

(26 de enero, 2017)

“Capítulo I. Del Objeto de la Ley

Artículo 1. La presente Ley es de orden público y de observancia general en toda la República, reglamentaria de los artículos 6o., Base A y 16, segundo párrafo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de protección de datos personales en posesión de sujetos obligados.

Todas las disposiciones de esta Ley General, según corresponda, y en el ámbito de su competencia, son de aplicación y observancia directa para los sujetos obligados pertenecientes al orden federal...

Tiene por objeto establecer las bases, principios y procedimientos para garantizar el derecho que tiene toda persona a la protección de sus datos personales, en posesión de sujetos obligados.

Son sujetos obligados por esta Ley, en el ámbito federal, estatal y municipal, cualquier autoridad, entidad, órgano y organismo de los Poderes Ejecutivo, Legislativo y Judicial, órganos autónomos, partidos políticos, fideicomisos y fondos públicos...”

• **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

NORMA Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental - Salud ambiental – Residuos peligrosos biológico-infecciosos – Clasificación y especificaciones de manejo. (20 de enero,2003)

“1. Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana establece la clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, así como las especificaciones para su manejo. Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para los establecimientos que generen residuos peligrosos biológico-infecciosos y los prestadores de servicios a terceros que tengan relación directa con los mismos...

3. Definiciones y terminología

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Residuos Peligrosos, la Ley General de Salud, sus Reglamentos, y las siguientes:...

3.11 Órgano. Entidad morfológica compuesta por la agrupación de tejidos diferentes que concurren al desempeño de un trabajo fisiológico.

3.12 Prestador de servicios. Empresa autorizada para realizar una o varias de las siguientes actividades: recolección, transporte, acopio, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos biológico-infecciosos.

3.13 Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (RPBI). Son aquellos materiales generados durante los servicios de atención médica que contengan agentes biológico-infecciosos según son definidos en esta Norma, y que puedan causar efectos nocivos a la salud y al ambiente...

4. Clasificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos

Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los siguientes:...

4.3.1 Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol...

5. Clasificación de los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos ...

NIVEL I. Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III...

6. Manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos

6.1 Los generadores y prestadores de servicios, además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, deben:

6.1.1 Cumplir con las disposiciones correspondientes a las siguientes fases de manejo, según el caso:

- a) Identificación de los residuos.
- b) Envasado de los residuos generados.
- c) Almacenamiento temporal.
- d) Recolección y transporte externo.
- e) Tratamiento.
- f) Disposición final.

6.2 Identificación y envasado

6.2.1 En las áreas de generación de los establecimientos generadores, se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos biológico-infecciosos, de acuerdo con sus características físicas y biológicas infecciosas, conforme a la tabla 2 de esta Norma Oficial Mexicana. Durante el envasado, los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o peligrosos.

Tabla 2

| TIPO DE RESIDUOS | ESTADO FISICO | ENVASADO | COLOR |
|---|---------------|-----------------------------------|----------|
| Sangre | Líquidos | Recipientes herméticos | Rojo |
| Cultivos y cepas de agentes infecciosos | Sólidos | Bolsas de polietileno | Rojo |
| Patológicos | Sólidos | Bolsas de polietileno | Amarillo |
| | Líquidos | Recipientes herméticos | Amarillo |
| Residuos | Sólidos | Bolsas de polietileno | Rojo |
| | Líquidos | Recipientes herméticos | Rojo |
| Objetos punzocortantes | Sólidos | Recipientes rígidos polipropileno | Rojo |

- a) Las bolsas deberán ser de polietileno de color rojo traslúcido de calibre mínimo 200 y de color amarillo traslúcido de calibre mínimo 300, impermeables y con un contenido de metales pesados de no más de una parte por millón y libres de cloro, además deberán estar marcadas con el símbolo universal de riesgo biológico y la leyenda Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos (Apéndice Normativo), deberán cumplir los valores mínimos de los parámetros indicados en la tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana. Las bolsas se llenarán al 80 por ciento (80%) de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal y no podrán ser abiertas o vaciadas....

6.3 Almacenamiento

6.3.1 Se deberá destinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

Los establecimientos generadores incluidos en el Nivel I de la tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana, quedan exentos del cumplimiento del punto 6.3.5 y podrán ubicar los contenedores a que se refiere el punto 6.3.2 en el lugar más apropiado dentro de sus instalaciones, de manera tal que no obstruyan las vías de acceso...

6.3.4 Los residuos patológicos, humanos o de animales (que no estén en formol) deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C (cuatro grados Celsius), en las áreas de patología, o en almacenes temporales con sistemas de refrigeración o en refrigeradores en áreas que designe el responsable del establecimiento generador dentro del mismo.

6.3.5 El área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos biológico-infecciosos debe:

- a) Estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de los mismos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías...

6.4 Recolección y transporte externo

6.4.1 La recolección y el transporte de los residuos peligrosos biológico-infecciosos referidos en esta Norma Oficial Mexicana, deberá realizarse conforme a lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos aplicables y cumplir lo siguiente: a) Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en el punto 6.2 de esta Norma Oficial Mexicana...

6.5 Tratamiento

6.5.1 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deben ser tratados por métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos y deben hacerse irreconocibles para su disposición final en los sitios autorizados...

6.6. Disposición final

Los residuos peligrosos biológico-infecciosos tratados e irreconocibles, podrán disponerse como residuos no peligrosos en sitios autorizados por las autoridades competentes...”