

**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE SE DEBE TENER EN CUENTA PARA  
EL USO DEL POLIÉTER ÉTER CETONA – PEEK EN PRÓTESIS PARCIAL  
REMOVIBLE: REVISIÓN DOCUMENTAL**

**INGRID ALEXANDRA PAREDES VARGAS**  
Código 1143836086

**DANIELA MAZUERA GRANJA**  
Código 1143866864

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI**  
**PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA**  
**SANTIAGO DE CALI**  
**2020**

**EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE SE DEBE TENER EN CUENTA PARA  
EL USO DEL POLIÉTER ÉTER CETONA – PEEK EN PRÓTESIS PARCIAL  
REMOVIBLE: REVISIÓN DOCUMENTAL**

**INGRID ALEXANDRA PAREDES VARGAS**

**DANIELA MAZUERA GRANJA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Odontólogo**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
PROGRAMA DE ODONTOLOGÍA  
SANTIAGO DE CALI  
2020**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Santiago de Cali para optar al título de Odontólogo**

---

**LUÍS ALFONSO ARANA**  
Jurado

---

**WILMER SEPÚLVEDA**  
Jurado

**Santiago de Cali, 19 de mayo de 2020**

A nuestros padres, por su apoyo incondicional

A nuestras familias, por creer en nosotras

A todos los nuestros

Dedicamos

Daniela y Alexandra

## **AGRADECIMIENTOS**

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

El Doctor Álvaro Abadía Basto, director de este trabajo, por su paciencia y contribución

A los docentes de la Facultad de Odontología, por brindarnos sus conocimientos.

A la Universidad Santiago de Cali, alma mater.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron con el desarrollo del trabajo.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. JUSTIFICACIÓN	14
2. ANTECEDENTES	17
2.1 A NIVEL INTERNACIONAL	17
2.2 A NIVEL NACIONAL	22
3. MARCO TEÓRICO	24
3.1 PÉRDIDA DENTARIA	24
3.2 PROSTODONCIA	24
3.3 PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE	25
3.4 MATERIALES UTILIZADOS	29
3.5 CROMO - COBALTO	30
3.6 POLIÉTER ÉTER CETONA - PEEK	31
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	32
5. METODOLOGÍA	36
5.1 DISEÑO	36
5.2 TIPO DE ESTUDIO	36
5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	36
5.4 PROCEDIMIENTO	40
5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS	40

<b>5.5.1 Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial (WMA)</b>	<b>40</b>
<b>5.5.2 Normatividad nacional</b>	<b>43</b>
<b>5.5.3 Normatividad Disciplinar</b>	<b>46</b>
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>51</b>
<b>6.1 EL POLIÉTER ÉTER CETONA - PEEK COMO BIOMATERIAL Y SU IMPLEMENTACIÓN CLÍNICA EN LA PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE</b>	<b>51</b>
<b>6.2 EFICACIA DEL PEEK EN PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE</b>	<b>56</b>
<b>6.2.1 Parámetros de ajuste a los ecuadores protésicos de los dientes</b>	<b>56</b>
<b>6.2.2 Resistencia a fuerzas masticatorias</b>	<b>57</b>
<b>6.2.3 Pigmentación</b>	<b>59</b>
<b>6.2.4 Estética general</b>	<b>60</b>
<b>6.2.5 Elasticidad</b>	<b>60</b>
<b>6.3 CALIDAD Y LA ESTÉTICA DE LA PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE CONVENCIONAL, TENIENDO EN CUENTA SU CAPACIDAD FUNCIONAL</b>	<b>61</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>62</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1. Materiales utilizados en prótesis dentales</b>	<b>29</b>
<b>Cuadro 2. Fuentes secundarias</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 3. Propiedades mecánicas del PEEK y del cromo cobalto</b>	<b>62</b>
<b>Cuadro 4. Factores comparativos entre prótesis removible con PEEK y con material convencional</b>	<b>63</b>

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1. Prevalencia de edentulismo parcial en la población de 15, 18, 20 a 79 años. Colombia, 2013-2014.</b>	<b>34</b>
<b>Figura 2. Secuencia del proceso CAD – CAM</b>	<b>55</b>

## RESUMEN

El propósito de la investigación es evaluar los factores que se debe tener en cuenta para el uso del poliéter éter cetona – PEEK en prótesis parcial removible, para lo cual se realizó una exhaustiva revisión documental acerca de estudios que abordan el tema de los cuales se obtuvo información acerca de las propiedades del material como resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación, estética, elasticidad, fuerza de compresión y calidad; que al ser comparadas con las propiedades del material que se utiliza convencionalmente que es el cromo - cobalto presentan resultados muy positivos. El PEEK está por encima en cuanto a todas las propiedades, a excepción de la fuerza de compresión que es superior con el material tradicional. Las implicaciones que tiene este estudio es que le brinda a la odontología información suficiente para que incluyan en las prótesis removibles este material (PEEK) que beneficia también al usuario de las prótesis por los beneficios del producto-insumo. El PEEK es un material que se trabaja con sistema CAD CAM por lo tanto la prótesis removible se posiciona a la par de los últimos adelantos de la prótesis fija libre de metal, en el campo de la estética y la biocompatibilidad.

**Palabras clave:** poliéter éter cetona – PEEK, prótesis parcial removible, cromo - cobalto, factores de uso.

## ABSTRACT

The purpose of the research is to evaluate the factors that must be taken into account for the use of polyether ether ketone - PEEK in removable partial dentures, for which an exhaustive documentary review was carried out on studies that address the issue from which it was obtained information about the properties of the material such as resistance to chewing forces, pigmentation, aesthetics, elasticity, compression strength and quality; that when compared with the properties of the material that is conventionally used, which is chromium-cobalt, they present very positive results. PEEK is above all properties, except for the compression force that is higher with traditional material. The implications of this study are that it provides dentistry with enough information to include this material (PEEK) in removable prostheses, which also benefits the user of the prostheses due to the benefits of the product-input. PEEK is a material that works with a CAD CAM system; therefore, the removable prosthesis is positioned alongside the latest advances in the metal-free fixed prosthesis, in the field of aesthetics and biocompatibility.

**Keywords:** polyether ether ketone - PEEK, removable partial denture, chromium-cobalt, use factors.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento sienta las bases metodológicas para “Evaluar los factores que se debe tener en cuenta para el uso del poliéter éter cetona – PEEK en prótesis parcial removible”, en él se hace una revisión de los marcos de referencia que giran alrededor del tema. A través de dicha revisión se halló importante información sobre el material en estudio a nivel internacional enfocándose en los factores a considerar para el uso del PEEK, Naresh [1] realizó un análisis in vitro de la elasticidad de diferentes tipos de PEEK en Madrid, encontró que este era un material que debe ser considerado como una alternativa viable para prótesis removibles y que presenta ventajas comparables con la cortical del hueso y la dentina; en USA, Stawarczyk y otros [2] analizaron las propiedades de la superficie y su resistencia concluyendo que se consideran aptas para el uso en odontología con base en este factor; al igual que Najeeb, Zafar, Khurshid y Siddiqui [3]; Schwitalla, Spintig, Kallage y Muller [4]; Sinha, Gupta, Mahendranadh, & Shastry [5] y Salazar [6], quienes corroboraron no solo su resistencia sino su flexión. Hasta ahora no se ha demostrado pigmentación [6], tiene mejor estética que otros materiales [7] y es tan elástica como el hueso [1] y la fuerza de compresión aunque es inferior al cromo-cobalto cumple con los requerimientos para la prótesis.

Los estudios mencionados tienen su origen en España, USA, Alemania, Canadá, India, Ecuador; no se halló estudio alguno en Colombia, ni tampoco alguno que se basara en la comparación de este material con los convencionales en todos los factores, es decir, que en los estudios hallados se hacen comparaciones, pero de manera individual para uno o dos factores (elasticidad, resistencia, pigmentación, fuerza de compresión, etc.). Esto demuestra el vacío que existe con respecto al tema en el país y abre las puertas a realizar investigaciones al respecto.

Lo anterior llevó a formular el siguiente interrogante:

¿Hay suficiente evidencia clínica del poliéter éter cetona – PEEK que demuestre que este material es adecuado para el uso en prótesis parcial removible?

Para dar respuesta a este interrogante se formuló como objetivo general: Evaluar los factores que se debe tener en cuenta para el uso del éter cetona – PEEK en prótesis parcial removible.

Con el fin de cumplir con el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Reconocer el poliéter éter cetona – PEEK como biomaterial y su implementación clínica en la prótesis parcial removible.
- Analizar la eficacia del PEEK en prótesis parcial removible, evaluando los parámetros de ajuste a los ecudores protésicos de los dientes, resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación y estética general.
- Describir la calidad y la estética de la prótesis parcial removible, teniendo en cuenta su capacidad funcional.

## 1. JUSTIFICACIÓN

La contribución a la odontología en general del presente estudio se relaciona con la modernización en los sistemas de elaboración de la prótesis parcial removible (PPR) en cuanto al tipo de material, fresado y el tiempo clínico. Es pertinente por sus aportes a nivel epistémico, académico, teórico, metodológico y práctico.

A nivel epistémico se podría hablar del poliéter éter cetona – PEEK como un material que ha sido utilizado en muchos ámbitos de la medicina y la odontología, pero hasta la fecha son muy pocos los reportes en la elaboración de las prótesis parciales removibles, ya que en el área de la prostodoncia específicamente en pacientes parcialmente edéntulos se realizan estas prótesis con aleaciones en metal y a la fecha es muy poca la innovación en esta área.

Este trabajo se justifica académicamente porque al evaluar los factores que se debe tener en cuenta para el uso del PEEK en prótesis parcial removible, debido a la caracterización del producto usado en odontología, en donde el PEEK es un polímero orgánico termoplástico (el color de la versión sin carga es de color marrón-gris claro), utilizado en aplicaciones de odontología, que ofrece una combinación única de altas propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura y excelente resistencia química. Entre las polis cetonas se encuentran el poliéster cetonas (PEK), poliéter éter cetona – (PEEK). Tanto el PEK como el PEEK presentan temperaturas de fusión más elevadas pero las demás propiedades son similares. El PEEK es un termoplástico semi-cristalino con excelentes propiedades de resistencia mecánica y química que se conservan a temperaturas elevadas [8].

El aporte metodológico se relaciona con que este estudio servirá como guía para otras investigaciones sobre esta temática complementarias o similares tanto para estudiantes como para profesionales que se quieran documentar sobre el uso del material (PEEK) para la elaboración de una prótesis parcial removible.

En lo teórico puede afirmarse que el hecho de reconocer el PEEK como biomaterial y su implementación clínica en la prótesis parcial removible; además de determinar su eficacia en cuanto al ajuste a los ecuares protésicos de los dientes, la resistencia a fuerzas masticatorias, la pigmentación y la estética general; es un gran paso y aporte ante la posibilidad de evaluar el material y tenerlo en cuenta en la práctica clínica ya que son muy pocos los reportes en Latinoamérica.

En la actualidad se cuenta con muchos avances tecnológicos para el área de la odontología, la introducción de este material para elaboración de las prótesis parciales removibles como componente innovador facilita comodidades para el

paciente “menos citas clínicas, estética confort y un buen funcionamiento de la PPR” y para el clínico.

Este trabajo es importante porque las prótesis parciales removibles convencionales están realizadas con acrílico o con una estructura de cromo cobalto para reforzarlas, estos son los llamados esqueléticos. Éstos llevan unos retenedores que suelen ser antiestéticos por ser metálicos, pero son indispensables para el ajuste y retención de la prótesis, Zodis, Papathanasiou y Polyzois [7], en su trabajo, realizado, argumentan que la búsqueda de una mejor estética y la alergia que sufren algunos pacientes al cromo cobalto han hecho que se busquen nuevos materiales termoplásticos para sustituir el metal de las prótesis.

Uno de estos materiales ha sido el PEEK, el cual se puede utilizar solo o compuesto con un 20% de polímeros cerámicos como el BioHPP. Así se consigue mejorar más sus propiedades elásticas y mecánicas, su alta resistencia a la temperatura y su bio compatibilidad entre otras. Najeeb, Zafar, Khurshid y Siddiqui [3] en su revisión sobre las aplicaciones del PEEK en prostodoncia destacan como ventajas del material su color blanco, por lo que se mejora significativamente la estética de las prótesis, principalmente en el caso de los retenedores comentados anteriormente. Otras ventajas que presenta es que no suele dar alergia, no deja sabor metálico y se puede pulir muy bien, así retiene menos placa que un esquelético metálico. El PEEK también presenta un peso menor al cromo cobalto, esto es muy importante y beneficioso sobre todo en las prótesis superiores, pues mejora su estabilidad y retención. Un inconveniente que se ha demostrado en varios estudios, como en el de Zoidis, Papathanasiou y Polyzois [7] y el de Stawarczyk y otros [2], es que los retenedores fabricados en PEEK confieren una menor retención que los metálicos, pero dañan menos el esmalte y a pesar de su menor retención, clínicamente es adecuada y suficiente. Lo cual sugiere un manejo del paralelómetro adecuado para definir una calibración de retención adecuada y la preparación del socavado de retención en la superficie dentaria.

Esta propuesta se articula con uno de los propósitos de la Asociación Dental Americana (ADA) aborda estrategias en salud oral como método de promoción y prevención en salud con el fin de reducir la incidencia en caries dental y pérdidas prematuras dentales; esta última es muy común en pacientes de edad media. Una de las alternativas para solucionar el edentulismo parcial son las prótesis dentales removibles las cuales no han evolucionado en cuanto a tecnología. También se acoge a lo establecido en la norma ISO 20795-1, la cual rige la calidad y manejo de polímeros para bases de prótesis dentales a nivel nacional, y abre las posibilidades de seguir investigando al respecto, lo que sería del interés de entidades como Colciencias que le apuestan a la tecnología e innovación con el propósito de generar avance tecnológico en las diferentes ramas, en este caso área de la salud.

También se justifica el estudio porque se ha comprobado que los materiales metálicos producen alergias o son tóxicos. Tal es el caso del titanio conocido como un metal biocompatible probado, recientemente se ha sospechado que provoca reacciones inflamatorias y los metales como el Be, Ni, Cr y Pd que la literatura los describe como potenciales alérgicos, tóxicos y carcinogénicos comprobados [9]. Por consiguiente, se suman cada vez más los pacientes que desean reconstrucciones protésicas libres de metal.

## 2. ANTECEDENTES

Este punto contiene una revisión de la literatura científica (artículos de investigación a nivel internacional y nacional) sobre el tema del uso poliéter éter cetona – PEEK en odontología, específicamente en prótesis.

### 2.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Se presentan a continuación los estudios hallados sobre el tema del uso del PEEK en prótesis dentales o en odontología, a nivel internacional y en orden cronológico.

En USA, Stawarczyk, y otros [2] estudiaron las propiedades del PEEK para saber si es un material adecuado para prótesis dentales fijas, para lo cual analizaron las propiedades de la superficie y su resistencia en la unión de dos resinas de recubrimiento; utilizando diferentes métodos de acondicionamiento para un total de 225 muestras, 15 para cada método (5) y los 150 restantes en dos grupos para el recubrimiento. También se analizaron los tipos de fallas. Se encontró finalmente que “el grabado ácido debe aplicarse cuando se usa PEEK como material de subestructura y se aplica material de recubrimiento compuesto. En esta combinación, PEEK podría ser un material adecuado para FDP, especialmente en áreas de carga” [2].

Otro estudio realizado en USA por Keul [10] busca probar el impacto de los tratamientos mecánicos y químicos de PEEK en la rugosidad de la superficie (SR), la energía libre de superficie (SFE) y la resistencia a la tracción (TBS) a los compuestos de resina de recubrimiento. Para efectos de esta investigación se tomaron 680 muestras divididas en grupos de tratamiento para probar la hipótesis. Los resultados muestran que hay un efecto significativo del tratamiento de superficie ( $p < 0,001$ ) y la aplicación del agente de acoplamiento ( $p < 0,001$ ) sobre TBS. La abrasión por aire (AIA) y el grabado ácido (AIP) combinados con visiolik (VL), enlaces del PEEK (SPB por sus siglas en inglés Signum Peek Bond) y mono bond plus (MH) se pueden recomendar para uso clínico.

Otro estudio referenciado es alemán, sus autores, Schwitalla, Spintig, Kallage y Muller [4] estudiaron el comportamiento de flexión de los materiales PEEK en la aplicación dental, teniendo en consideración que dicho material ha sido utilizado como material de implante en el campo médico por sus propiedades mecánicas que muestran similitud con los huesos. Este estudio lo realizaron con la convicción que puede ser usado en odontología, para lo cual realizaron un análisis de 150 muestras de 11 compuestos PEEK diferentes utilizando una prueba de 3 doblez con una máquina de prueba universal después del almacenamiento en seco por un lado y después de la incubación a 37°C en solución Ringer por un día, 7 días,

28 días y 84 días, por otro lado, se evaluaron los parámetros del material módulo de flexión y resistencia a la flexión. Los resultados de las pruebas fueron positivos, “los especímenes probados mostraron valores más altos que la resistencia mínima prevaeciente para materiales plásticos y su aplicación en odontología de 65 MPa” [4]. Esto subraya la aplicabilidad de PEEK en odontología y señala la posibilidad de ofrecer a los pacientes restauraciones libres de metales, especialmente en presencia de alergias y / o bruxismo.

Los canadienses Najeeb, Zafar, Khurshid y Siddiqui [3], realizaron un estudio sobre aplicaciones del PEEK en implantología oral y prostodoncia, cuyo propósito fue sintetizar el resultado de la investigación que se ha realizado sobre este material en aplicaciones dentales destacando el potencial que tiene el PEEK en el campo de la odontología clínica. Se hizo una búsqueda electrónica utilizando la base de datos PubMed (Medline) y se escogieron trabajos de investigación originales publicados en los últimos quince años. Se encontró que el PEEK ha sido explorado en diferentes aplicaciones para odontología clínica como los implantes dentales y se vislumbra como un material con gran potencial en el uso de prótesis dentales removibles y fijas. Además, se han realizado estudios enfocados en mejorar la bioactividad de estos implantes a nano escala.

En Grecia, Zoidis, Papathanasiou, & Polyzois [7], estudiaron el uso de una poli-éter-éter-cetona modificada (PEEK) como material marco alternativo para prótesis dentales removibles. En el cual se pudo establecer que este material que los pacientes alérgicos a los metales lo pueden usar en sus prótesis dentales removibles de extensión distal, se trata de un material biocompatible, no es alérgico, es rígido, no obstante, tiene flexibilidad comparable al hueso, posee propiedades de alto pulido y baja absorción, presenta baja afinidad por la placa y buena resistencia al desgaste.

En España, Rodríguez y Arroyo [11] realizaron una investigación direccionada a determinar la evidencia científica existente en relación al uso actual del PEEK como nuevo material en prótesis dental, así como las ventajas e inconvenientes que se le atribuyen en dichos usos. Mediante una intensiva revisión bibliográfica, se identificaron un total de 283 artículos en PubMed y más de 4000 en Scopus que tratan sobre el uso del PEEK en algún tipo de prótesis dental. Los autores seleccionaron 26, mediante los cuales se concluyó que:

Aunque actualmente se está empleando el PEEK para la fabricación de distintos tipos de prótesis dentales se carece de un número suficiente de estudios y de un seguimiento en el tiempo que lo avalen y por tanto aun no estamos en disposición de recomendar la sustitución de los materiales tradicionales por estos de nueva aparición [11].

Sinha, Gupta, Mahendranadh, & Shastry [5], probaron que el PEEK tiene una excelente resistencia química y propiedades mecánicas que se retienen a altas temperaturas. La versatilidad de este material a nivel dental para el marco FPD fue evaluado en este estudio. Se realizó seguimiento entre 2, 3 y 6 meses de un paciente, periodo durante el cual se evidenció: muy poca acumulación de placa y encía sana alrededor de los dientes, lo que resaltó la naturaleza biocompatible del material.

El uso del PEEK como marco para FPD arrojó resultados muy satisfactorios con un alto grado de comodidad y aceptabilidad del paciente debido a su naturaleza liviana. Se considera que este material desempeñará un papel importante en la fabricación de marcos FPD con un efecto duradero en la estética y la capacidad funcional de la rehabilitación oral de pacientes.

Este estudio abrió las posibilidades de profundizar en la efectividad del material, razón por la cual se continuó avanzando en la investigación. Naresh [1] realizó en Madrid, un análisis in vitro de la elasticidad y la flexión del PEEK, considerando que ya había aplicaciones en odontología y se había al menos determinado su biocompatibilidad pero que no se conocía el comportamiento físico-mecánico de este material. Por ello, el objetivo de este estudio in vitro ha sido evaluar y comparar la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de distintas muestras fabricadas a partir del PEEK. Se realizaron pruebas con 10 muestras con dimensiones de uso común o requerido, las cuales se sometieron a una prueba de flexión de tres puntos en una máquina de prueba universal Zwick/Roell.

Los resultados muestran que a medida que aumenta el grosor, aumenta también el módulo de elasticidad (E). Sin embargo, no hay relación estadísticamente significativa entre el grosor y la resistencia a la flexión (R). Esto se traduce en que el esfuerzo máximo de flexión soportado por la probeta durante este ensayo específico no se ve afectado por el espesor de la misma [1].

Este estudio no es concluyente con respecto a la idoneidad del PEEK para su uso en prótesis dentales, pero si abre las puertas a seguir investigando con más muestras, mayores cargas de material con una fuerza de flexión más elevada.

Otro estudio realizado en India, por Katnika, Jhonn, & Kumari, [12], estudia el PEEK como un material innovador en odontología, específicamente en aplicaciones de de prostodoncia, como prótesis fijas y prótesis removibles. Se refieren al problema estético que han venido presentado las prótesis dentales removibles tradicionales (PDR), las cuales se hacían con armazones y broches de cromo cobalto; han sustituido sus materiales por una serie de termoplásticos en la práctica clínica. Considerando las propiedades mecánicas y físicas del PEEK que

son similares a las de los huesos y la dentina, se puede utilizar para varias aplicaciones en odontología, incluidos los implantes dentales.

Una investigación más reciente sobre el material fue realizada en Japón por Hada, Suzuki, Minakuchi, & Takahashi [13], tuvo como objetivo investigar los efectos de los materiales fabricados por los sistemas CAD / CAM dentales en la deformación completa de la dentadura. Se analizaron cuatro materiales para el marco de la dentadura postiza completa: compuesto reforzado con fibra (FRC), nano-zirconia (N-Zr), aleación de cobalto-cromo-molibdeno (CCM) y poliéter-éter-cetona (PEEK). Se fabricaron seis dentaduras postizas de cada material, utilizando polimetilmetacrilato (PMMA) como control; no hubo diferencia significativa entre los MPS de PEEK, PMMA y FRC.

Los efectos del marco fabricado por CAD / CAM sobre la deformación completa de la dentadura variaron debido al material utilizado; sin embargo, un material de estructura fabricado por CAD / CAM se considera efectivo para reducir la deformación completa de la dentadura postiza [13].

En el estudio denominado “Áreas de uso de material PEEK en odontología” (*Areas for use of PEEK material in dentistry*) [14], se refiere el material de poliéter éter cetona (PEEK) como un polímero policíclico, aromático, termoplástico, semi-cristalino y de estructura lineal; afirman que tiene buenas propiedades mecánicas y eléctricas, además de resistencia a altas temperaturas y resistencia a la hidrólisis. La propiedad de biocompatibilidad, su uso es creciente en casos de traumatología y ortopedia. Otra propiedad es que tiene un módulo de baja elasticidad, cercano al del hueso y la dentina. “A la luz de esta información, el material PEEK podría considerarse como una alternativa a los materiales convencionales en el campo de la odontología” [14].

Se comprobó en este producto tiene un uso creciente del material en implantología, e especula que al aumentar la unión del material con resinas acrílicas y compuestas y desarrollar las propiedades de osteointegración se pueden aumentar las aplicaciones dentales. Hacen alusión también a las propiedades mecánicas y biológicas superiores del material, se puede considerar en el futuro, que el material PEEK se utilizará en las estructuras de postes dentales y el campo de la endodoncia.

Chen y otros [15], realizaron en China un análisis tridimensional de elementos finitos de la función mecánica para 4 diseños de prótesis parciales removibles con tres materiales de armazón: CoCr, aleación Ti-6Al-4V y PEEK, todo con el propósito de demostrar las bondades del PEEK como material para los marcos de prótesis parciales removibles (RPD) frente las otras alternativas utilizadas. Se trabajó con los datos intraorales de un paciente y con el sistema dental 3Shape, se

hizo el diseño y los modelos se procesaron mediante análisis tridimensional de elementos finitos. “Entre los tres materiales probados, PEEK tiene el estrés máximo más bajo de von Mises (VMS) en el ligamento periodontal (PDL), el mayor VMS máximo en la mucosa, el desplazamiento máximo en el extremo libre del marco y el VMS máximo más bajo en el marco” (Chen, y otros, 2019, p.136). Aunque los resultados muestran que el marco PEEK tiene efecto protector en la prótesis dental (PDL), no es efectiva en pacientes con problemas periodontales graves, es decir, no es adecuado para pacientes con más pérdida de dientes posteriores con edentulismo de extremo libre.

Otro estudio que enfatiza en las propiedades del PEEK, es el realizado por Saja, Hatton, Johnson, Sereno, & Wood [16], cuyo título es “Determinación de las propiedades mecánicas de poliéter éter cetona (PEEK) como material de prótesis” (*Determination of Polyetheretherketone (PEEK) mechanical properties as a denture material*). Ellos midieron la resistencia a la tracción y las propiedades de flexión del PEEK prensado y fresado y se compararon con las de PMMA.

Se monitorizó la temperatura de 20 muestras de yeso utilizando el sistema de termopar múltiple (n = 5). Se prepararon un total de 210 muestras para pruebas mecánicas de acuerdo con el estándar ISO para el polímero base de prótesis (n = 10). Se evaluó el impacto Izod, la resistencia a la tracción y el comportamiento flexural. Los datos fueron analizados mediante ANOVA unidireccional con un nivel de confianza del 95% y un valor P significativo de (P 0,05).

Los resultados mostraron que:

La mayor resistencia al impacto fue de 5,7 kJ / m<sup>2</sup> para PEEK prensado a una temperatura de molde de 100 ° C y 4 kJ / m<sup>2</sup> para PEEK-fresado. Este último tenía una mayor resistencia a la tracción de 118 MPa. El mejor resultado para PEEK prensado fue 97 MPa a 200 ° C de temperatura del molde. Bajo una prueba de flexión de 4 puntos, el módulo de Young de PEEK molido fue 5591 MPa, mientras que el más alto para PEEK prensado fue 4936 MPa a 200 ° C de temperatura del molde.

Otro estudio que corrobora el uso del PEEK como material adecuado para ser utilizado como accesorio y marco de prótesis parcial, es el realizado por Sadek [17], en el cual se reitera la importancia del uso de accesorios en la prótesis parcial removible es esencial como línea de tratamiento y porque impacta en la durabilidad de la prótesis durante la función.

Después de fabricar y probar cuatro grupos de diferentes materiales y mediante medidores de tensión, se llegó a la conclusión que:

El material PEEK es uno de los materiales estéticos utilizados para la fabricación del marco del RPD. Al usarlo como accesorio de precisión, se muestra una distribución de estrés favorable que disminuye las tensiones alrededor de los dientes pilares y la cresta alveolar, especialmente distal a los dientes pilares, que se redujo significativamente en comparación con las otras opciones de tratamiento.

La utilización del material PEEK como accesorio y marco disminuye las tensiones realizadas alrededor de los dientes pilares y sobre la cresta edéntula [17].

Los estudios hallados demuestran que el PEEK es un material adecuado para el uso en prótesis removibles, no obstante, en cada uno de ellos se analizaron una o dos variables o factores, pero no todos los factores que se deben considerar en un material para este tipo de uso.

## **2.2 A NIVEL NACIONAL**

No se encontró a nivel nacional estudio alguno sobre el PEEK en el uso de prótesis parcial removibles PPR. Aunque si se halló un estudio sobre el material en uso para la aplicación en implantes individualizados.

El trabajo encontrado se denomina: “Calidad geométrica en el mecanizado de superficies en polieterétercetona (PEEK) para aplicación en implantes individualizados” [18], el cual se realizó con el propósito de “determinar los valores de velocidad de corte, avance y trayectoria adecuada para obtener valores recomendados de calidad geométrica en el mecanizado del PEEK, poli-éter-éter-cetona, para la elaboración de implantes individualizados a la medida” [18]. En el presente trabajo se enfoca en los parámetros de rugosidad superficial, precisión dimensional y tolerancia de forma. Se usó la técnica de fresado con punta esférica, se evaluaron los parámetros usando probetas cóncavas y convexas mediante un diseño experimental de superficie de respuesta y una ANOVA para evaluar la influencia sobre la calidad geométrica de la superficie.

Se concluyó que los valores de rugosidad Ra para lograr una adecuada diferenciación celular en piezas de PEEK se obtienen mecanizando mediante la técnica de manufactura Raster (estrategia de mecanizado paralelo); que la que la menor tolerancia geométrica en la fabricación de formas convexas se obtiene mecanizando la pieza con la técnica de mecanizado espiral.

En primera instancia después de esta revisión bibliográfica se aprecia que se han realizado investigaciones importantes a nivel internacional que demuestran que el PEEK es un material adecuado para prótesis dentales fijas y removibles, lo que

implica que el producto tiene un gran potencial en el medio odontológico y de la salud. No obstante, aunque en Colombia se utiliza, son pocos los estudios realizados al respecto. Solo se halló un estudio en el que se da por sentado que el PEEK tiene propiedades para su utilización en odontología y aporta al manejo del material, en cuanto al corte y la calidad del terminado. Por lo anterior, se cree importante dar un paso hacia la investigación y uso en Colombia de este material por sus características de adaptación al sistema óseo humano.

### **3. MARCO TEÓRICO**

Este marco teórico se enfoca primero en el problema de la pérdida dentaria, luego conceptualiza la especialidad que trata el problema, que es la prostodoncia; como parte de la solución se utiliza la prótesis total o parcial removible, para lo cual se tratan los materiales utilizados y se destacan las propiedades y bondades del poliéter éter cetona.

#### **3.1 PÉRDIDA DENTARIA**

Con el pasar de los años los tejidos, órganos y sistemas van cambiando acorde al proceso de envejecimiento normal de los seres vivos. Los tejidos pertenecientes a la cavidad oral no escapan de ese proceso ya que ahí se pueden observar diferentes cambios: los propios del tejido oral y los que se producen por el deterioro sistémico, además de los producidos por los medicamentos o elementos terapéuticos, ya que es muy frecuente encontrar en los adultos enfermedades agudas, crónicas o terminales (sobre todo en adultos mayores) [19]

Es conocido que existe una relación directa de la pérdida de dientes con el incremento de edad. También se ha comprobado en diversos estudios que, respecto a la ubicación, se pierden primero los dientes maxilares que los mandibulares, y en la mayoría de los casos más rápidamente los dientes posteriores que los anteriores; siendo los dientes antero inferiores los últimos en permanecer en la cavidad oral. Por tal motivo, es muy frecuente encontrar un gran número de pacientes de edad avanzada con un maxilar superior desdentado, frente a un maxilar inferior con presencia única de dientes anteriores [20].

La prótesis dental en todas sus variedades, viene a ser la alternativa de elección para lograr reemplazar las funciones que antes cumplían los dientes perdidos. Además, está comprobado que su uso mejora la autopercepción de la salud bucal de los pacientes; lo cual, a su vez, afecta la calidad de vida de los mismos [21].

#### **3.2 PROSTODONCIA**

La Asociación Dental Americana -ADA la define como: “la especialidad dental perteneciente al diagnóstico, planificación del tratamiento, rehabilitación y mantenimiento de la función oral, comodidad, apariencia y salud de pacientes con afecciones clínicas asociadas a deficiencia o pérdida dental y/o tejidos orales y maxilofaciales usando sustitutos biocompatibles” [22].

La prostodoncia es un término odontológico que hace referencia a la aplicación de prótesis en zonas de ausencia de piezas dentarias, cuyo objetivo es devolver la

funcionalidad y la estética, así como ofrecer confort al paciente. Las prótesis removibles pueden ser parciales, aplicadas en caso que el paciente sea edéntulo parcial y presente dientes remanentes que sirvan de apoyo para el dispositivo elaborado; y totales en caso que el paciente presente ausencia de todas las estructuras dentales (edentulismo total) [23].

### **3.3 PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE**

Cirilo y Jean [24], la definen como una rama de la rehabilitación oral cuya función es reemplazar los dientes ausentes en la cavidad oral y los tejidos adyacentes, por medio de un aparato que se puede remover e insertar a voluntad. El diseño de esta prótesis tiene como objetivo satisfacer las necesidades estéticas y funcionales del paciente, así como proteger la integridad de los dientes remanentes y sus estructuras de soporte. Las funciones que debe restablecer la prótesis parcial removible son las siguientes:

- Masticación
- Estética
- Fonética
- Prevención de inclinación, migración o extrusión de dientes remanentes
- Estabilización de dientes debilitados
- Balance muscular y articular del complejo oro-facial

Según Applegate [25], otro aspecto importante es la clasificación Kennedy de los arcos parcialmente desdentados:

Clase I: Espacio edéntulo posterior bilateral en maxilar superior o inferior.

Clase II: Espacio edéntulo posterior unilateral y bilateral en maxilar superior o inferior.

Clase III: Espacio edéntulo posterior unilateral con pilares anteriores y posteriores en maxilar superior o inferior con espacios adicionales llamados modificaciones.

Clase IV: Espacio edéntulo único anterior bilateral que sobrepasa la línea media en maxilar superior o inferior.

Como se puede notar esta clasificación abarca los maxilares desde una vista universal, funcional, mecánica, biomecánica y topográfica. “Las clases de Kennedy se describen mediante letras romanas (I-II-III-IV) y las modificaciones con algarismos arábigos (1-2-3-4)” [26].

En 1954 Applegate elaboró ocho reglas para la clasificación de Kennedy con el objeto de considerar todas aquellas situaciones que eran difíciles de definir [25].

Primera regla: La clasificación se hará después de realizar las extracciones dentarias.

Segunda regla: Si se carece de un tercer molar y no va a ser reemplazado, no debe considerársele para la clasificación.

Tercera regla: Los terceros molares se consideran en la clasificación cuando se utilizan como dientes pilares.

Cuarta regla: Si falta un segundo molar y no va a ser reemplazado, no debe considerarse en la clasificación. Este caso se da cuando tampoco hay segundo molar antagonista y no va a ser reemplazado.

Quinta regla: El área edéntula más posterior es la que determina siempre la clasificación.

Sexta regla: Las áreas edéntulas distintas de las que determinan la clasificación se denominan espacios de modificación y son designados por su número.

Séptima regla: La extensión del espacio de modificación no se considera en la clasificación, sino solamente el número de áreas edéntulas adicionales

Octava regla: La clase IV no acepta modificaciones, si acaso existiera una zona edéntula posterior esta sería la que determinaría la clasificación.

*La prótesis parcial removible (PPR) según Loza y Valverde [27] se clasifican así:*

Prótesis dentosoportadas. Son aquellos dispositivos protésicos cuyo soporte o vía de carga depende exclusivamente de las piezas dentarias (pilares). Esto se da cuando hay vanos desdentados delimitados en ambos lados por piezas dentarias.

Prótesis dentomucosoportadas o mucodentosoportadas. También llamadas prótesis de vía de carga mixta, son aquellas en que el soporte lo brindan tanto las piezas dentarias como los tejidos blandos circundantes. En este caso, hay al menos un extremo libre.

Los componentes de la prótesis parcial removible son:

*Base protésica.* Es la estructura encargada principalmente de dar soporte a los dientes artificiales. Este componente se ubica sobre los tejidos blandos brindando además estabilidad y retención, permitiendo la transmisión de las cargas oclusales a las estructuras de soporte biológicas. En la vía de carga dentaria, su función sólo corresponde a soportar los dientes; en cambio, en una vía de carga mixta, además debe transmitir las cargas, dar estabilidad, retención y en algunos casos, dar contorno labial [27].

*Dientes artificiales.* Son los elementos que reemplazan la anatomía, estética y función de los dientes naturales ausentes. En general, los dientes más comúnmente usados son de acrílico, sin embargo, también pueden usarse piezas de porcelana [28].

*Conector mayor.* Es la estructura protésica encargada de unir los componentes de la PPR de un lado hacia otro de la arcada. A este elemento se unen todos los componentes de la prótesis, directa o indirectamente. Su función en la vía de carga dentaria es solo de conexión, y en vía de carga mixta además brindan soporte [29].

El conector mayor determina soporte, estabilidad y retención al aparato protésico. Para funcionar correctamente, deben cumplir con ciertos requisitos estructurales, como la rigidez, para evitar la torsión, fuerzas de palanca sobre los pilares y garantizar una mejor distribución de las fuerzas sobre los tejidos de soporte [30].

*Complejo retentivo.* Es la unidad de la PPR encargada de resistir el desplazamiento de la prótesis desde su asentamiento final en los tejidos de soporte en que se apoya. Este complejo involucra un diente pilar en el que se asentará, impidiendo mecánicamente que la prótesis se desplace de su sitio en los movimientos funcionales del paciente, principalmente en sentido vertical [31].

Cuando la prótesis está en reposo y no hay fuerzas verticales de desplazamiento activas, el retenedor se encuentra en un estado pasivo en relación al pilar. Por esto, al ajustar un retenedor para obtener más retención, la punta del brazo activo del retenedor debe posicionarse lo más cervicalmente posible para ejercer un grado mayor de retención.

*Brazo retentivo.* Es el principal actor en la retención de una PPR. La forma del brazo retentivo debe ser de tal manera que le permita ser flexible, por lo que en sus dos tercios iniciales es rígido si es de tipo circunferencial y si es de barra presenta diferente abordaje, parte que se ubica sobre el ecuador protésico, y un extremo terminal más delgado, que se asienta en el área retentiva bajo el ecuador protésico. A medida que va disminuyendo su diámetro hacia la punta, es como va aumentando su flexibilidad, y gracias a esto es capaz de deformarse al pasar por el ecuador protésico, ofreciendo resistencia al desplazamiento de la prótesis a lo largo de su vía de inserción y remoción, que determinan las fuerzas funcionales [27].

*Brazo recíproco o de contención.* Este elemento es el encargado de oponerse a las fuerzas del brazo retentivo sobre el pilar, estabilizándolo, para evitar el daño sobre este cuando el brazo retentivo se deforma el brazo se pone a esa fuerza y es en vía de inserción y remoción (reciprocidad). Ejerce una fuerza opuesta ante el vector de movimiento cuando la prótesis se desplaza fuera de su sitio y la neutraliza. Se ubica generalmente en la cara opuesta del brazo retentivo, y hacia oclusal de la línea del ecuador protésico. Su espesor es uniforme en toda su extensión y es más grueso que el brazo retentivo. En todos los casos de vía de carga, este elemento es rígido, debido a la forma y volumen que presenta en su confección, y que le permite cumplir con su función principal. La rigidez también le permite contribuir con la estabilidad protésica [27].

*Apoyos.* Es una estructura rígida que proviene del conector menor y que descansa sobre los lechos para apoyo tallados en los dientes pilares. En las piezas posteriores será en la cara oclusal, mientras que en las anteriores será en la zona cingular o incisal. El lecho para apoyo se define como una preparación sobre el diente o la restauración creado para recibir un apoyo oclusal, cingular, incisal o radicular [32].

Se encarga de transmitir las fuerzas funcionales a los dientes pilares que actúan sobre la prótesis a lo largo del eje axial de éstas, previene el movimiento de la prótesis hacia los tejidos blandos (intrusión), mantiene la relación de posición de los brazos del retenedor con respecto al ecuador protésico y también contribuye en dar estabilidad. (20, 12) Esta estructura debe ser rígida, por lo tanto, debe tener un volumen mínimo que ajuste en el apoyo tallado y que no interfiera con la oclusión antagonista [27].

El apoyo se considera como uno de los componentes más importantes debido a que, además de brindar soporte y controlar la posición protésica en relación a los tejidos orales, el apoyo también ayuda a restaurar el plano oclusal [27].

*Conector menor.* Es el componente protésico encargado de unir el conector mayor con el resto de las unidades componentes de la PPR. Los conectores menores transmiten las fuerzas oclusales de la prótesis a los pilares y además 28 transfieren el efecto de los retenedores, apoyos y componentes estabilizadores al resto de la prótesis [33]

### 3.4 MATERIALES UTILIZADOS

Con el tiempo se ha logrado innovar a nivel odontológico en lo que corresponde a conocimientos, técnicas y materiales. Las prótesis fijas y removibles fueron empleadas por los romanos en 45 A.C. En 35 A.C. Horacio hace referencia a las prótesis dentales romanas que se hicieron en marfil y de dientes de animales, hasta llegar a los siguientes materiales, que son los que se usan en la actualidad: cromo-cobalto, acrílico, nylon flexible y PEEK.

**Cuadro 1. Materiales utilizados en prótesis dentales**

Material	Descripción	Ventajas	Desventajas
Cromo-cobalto	Una de las aleaciones más utilizadas en odontología; este tipo de material es uno de los de mayor predilección al momento de planificar y diseñar una prótesis parcial removible las prótesis estarán compuesta de aproximadamente un 70% de cobalto y cerca de un 25 a 30% de cromo	Las propiedades mecánicas que brinda esta aleación de metal tales como resistencia a la flexión, a la tracción y elongación, así como su módulo de elasticidad su corrosión y dureza apropiadas dan a este tipo de prótesis una mayor aceptación y aplicación en el ámbito rehabilitador oral. Mejor estabilidad y retención en comparación a otros tipos de prótesis removibles como la prótesis flexible o acrílicas.	Limitaciones estéticas por los retenedores (ganchos) de la estructura metálica. Incomodidad al tacto de la lengua con el metal. Pacientes alérgicos al metal. Sobre todo, cuando la aleación posee níquel 4.5% de los pacientes son alérgicos a este metal
Acrílico	El acrílico que se utiliza como base para prótesis parcial removible es un material sintético orgánico el cual se forma a partir de un polímero a través de un proceso de polimerización el mismo que consiste en mezclar un polvo y un líquido para la obtención de un sólido, este proceso se lo puede efectuar a través de dos medios: Físicos y químicos	Está indicado cuando se requiere esperar un período de tiempo para que pueda llevarse a cabo la correcta cicatrización de tejidos luego de una cirugía dental.	Personas alérgicas a los componentes de las resinas acrílica. En espacios desdentados unilaterales son de uso temporal
Nylon flexible	Es una resina base de la prótesis flexible que es ideal para las dentaduras parciales y restauraciones unilaterales. La resina es un	El Valplast flexible parcial permite la restauración para adaptarse al constante movimiento y la flexibilidad en la boca. La flexibilidad, combinada	El costo es a menudo más alto que una dentadura parcial hecha con ganchos metálicos

Material	Descripción	Ventajas	Desventajas
	nylon biocompatible termoplástico con singulares propiedades físicas y estéticas que proporciona el diseño ilimitado, versatilidad y elimina la preocupación acerca de las alergias al acrílico.	con la fuerza y el peso de la luz, proporciona un confort y una total estética. La preparación es relativamente simple. El costo es a menudo más alto que una dentadura parcial hecha con ganchos metálicos visibles.	visibles. Transmite efecto de fuerzas nocivo. Se contamina fácilmente después de un año de uso no cumple requisitos de filosofía SER.
PEEK	Poliéter éter cetona es un termoplástico semi-cristalino con excelentes propiedades de resistencia mecánica y química que se retienen a altas temperaturas. Las condiciones de procesamiento utilizadas para moldear el PEEK pueden influir en la cristalinidad y, por lo tanto, en las propiedades mecánicas.	Alta resistencia a la esterilización mediante autoclave. Alta resistencia a la abrasión y corte con bajo coeficiente de fricción. Fuerza excelente, rigidez, resistencia al creep (deformación bajo carga continua) a largo plazo y propiedades de fatiga. Mantiene sus propiedades cuando expuesto a diversas temperaturas. Está aprobado por la FDA para contacto con alimentos.	Su principal desventaja reside en su elevado costo. Por evaluar el efecto de la base sobre el reborde en la resistencia y distribución de fuerzas oclusales, retención del brazo

Fuente: [34]

Las prótesis dentales flexibles en general, no se utilizan para restauraciones a largo plazo están indicadas en restauraciones provisionales o temporales, ya que tienden a absorber agua y se despigmentan con frecuencia se contaminan.

### 3.5 CROMO - COBALTO

Una de las aleaciones más utilizadas en odontología son las de cromo-cobalto, se presume que este tipo de material es uno de los de mayor predilección al momento de planificar y diseñar una prótesis parcial removible. Dentro de la composición de una prótesis parcial removible de cromo cobalto se puede señalar que dicha prótesis estará compuesta de aproximadamente un 70% de cobalto y cerca de un 30% de cromo, al combinar el costo relativamente bajo con las propiedades mecánicas que brinda esta aleación de metal tales como resistencia a la flexión, a la tracción y elongación; así como su módulo de elasticidad, su corrosión y dureza apropiados dan a este tipo de prótesis una mayor aceptación y aplicación de rehabilitación oral. [34].

Las propiedades mecánicas del cromo cobalto son:

Tensión: en cuanto a la deformación corresponde al 20%, el esfuerzo a fuerza máxima es de 517Mpa y tiene un módulo de elasticidad 225.000Mpa [35].

Flexión: esfuerzo a fuerza máxima 4.145Mpa y módulo de elasticidad 1554Mpa [36].

Compresión: deformación 15%, esfuerzo a fuerza máxima de 1560Mpa y módulo de elasticidad de 200.000Mpa [37].

Impacto: tenacidad de fractura 15,5N [38].

### **3.6 POLIÉTER ÉTER CETONA – PEEK**

PEEK es un termoplástico semi-cristalino con excelentes propiedades de resistencia mecánica y química que se retienen a altas temperaturas. Las condiciones de procesamiento utilizadas para moldear el PEEK pueden influir en la cristalinidad y, por lo tanto, en las propiedades mecánicas. Su módulo de Young es 3.6 GPa y su resistencia a la tracción es de 90 a 100 MPa. PEEK tiene una temperatura de transición vítrea de alrededor de 143 ° C (289 ° F) y se derrite alrededor de 343 ° C (662 ° F). Algunas calidades tienen una temperatura útil de funcionamiento de hasta 250 ° C (482 ° F) [39].

La conductividad térmica aumenta casi linealmente con la temperatura entre la temperatura ambiente y la temperatura del sólido. Es altamente resistente a la degradación térmica, así como al ataque de ambientes orgánicos y acuosos. Es atacado por halógenos y ácidos fuertes de Brønsted y Lewis, así como algunos compuestos halogenados e hidrocarburos alifáticos a altas temperaturas. Es soluble en ácido sulfúrico concentrado a temperatura ambiente, aunque la disolución puede llevar mucho tiempo a menos que el polímero esté en una forma con una alta relación superficie-volumen, como un polvo fino o una película delgada. Tiene alta resistencia a la biodegradación [39].

En el manejo del material PEEK es necesario utilizar un sistema de fresado, como el Sistema CAD-CAM [40]; se trata de una de las técnicas utilizadas en la actualidad en la fabricación de coronas, puentes dentales, prótesis, carillas, implantes dentales, etc.; que consiste en realizar una réplica digital escaneada de la boca del paciente, a partir de la cual se desarrolla la restauración necesaria, evitando problemas en el tratamiento.

#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Hay suficiente evidencia clínica del poliéter éter cetona – PEEK que demuestre que este material es adecuado para el uso en prótesis parcial removible?

La opción de restaurar con prótesis parcial removible convencionales permite la resolución de problemas clínicos complejos, que incluyen espacios desdentados extensos y a extensiones distales, de un modo relativamente rápido y de un costo operacional sustancialmente más bajo que con otras modalidades de tratamiento. Sin embargo, con estas se han reportado insatisfacciones en una cantidad considerable de pacientes que no están conformes con este tipo de prótesis dental [41].

La ausencia de dientes es una de las principales causas de necesidad de prótesis dental en la población, las cuales tendrán la función de restituir a los dientes perdidos por dientes artificiales, a través de una serie de procedimientos que varían en cada paciente según su condición bucal. La salud de un diente es vulnerable por numerosas razones, y los efectos acumulativos son perjudiciales. Una vez que un diente o dentición sufre un defecto estructural, la salud bucal se ve amenazada porque el defecto no puede auto regenerarse. Por lo tanto, se necesitan aparatos artificiales conocidos como prótesis dentales para restaurar el diente dañado, no estético o disfuncional, o para reemplazar uno o más dientes naturales faltantes. Esta sección es una introducción general a la prostodoncia y las prótesis dentales que se brinda en la presente sección. La apariencia cosmética de la prótesis parcial removible es de gran importancia para el paciente, y las estructuras que son visibles al abrir la boca son una causa común de rechazo [24].

La prótesis debe tener propiedades biomecánicas adecuadas, retención, reciprocidad, resistencia a las fuerzas de impacto y desgaste excesivo. El uso de retenedores metálicos para la retención de prótesis parcial removible tiene muchas desventajas. Los requisitos generales de las prótesis dentales son obvios desde el objetivo de la prostodoncia. Por lo tanto, el objetivo más importante de la restauración es rehabilitar la función oral, especialmente la función masticatoria. Significa que se necesita la geometría individual de las prótesis dentales para establecer contactos oclusales apropiados y eficientes. Por ejemplo, las características detalladas de las cúspides del diente artificial posterior, como la inclinación, la altura y la geometría de la cúspide, deben coincidir con las de la fosa opuesta. Luego, los dos dientes posteriores opuestos deben formar una estructura tipo mortero que sea eficiente para moler alimentos.

Los factores cruciales para un buen rendimiento a largo plazo de las prótesis dentales son la fuerza, la resistencia al envejecimiento intraoral y la resistencia a

la fatiga, etc. Antes del tratamiento deben considerarse los signos observados de pulposo u otros síntomas negativos del diente natural. Además, las prótesis dentales deben tener en cuenta la resistencia al desgaste y la abrasión de los dientes naturales opuestos. Debe evitarse la abrasión excesiva del tejido dental (más de 29  $\mu\text{m}$  por año) causada por las prótesis dentales, ya que pone en peligro la salud y la función de los dientes naturales yuxtapuestos.

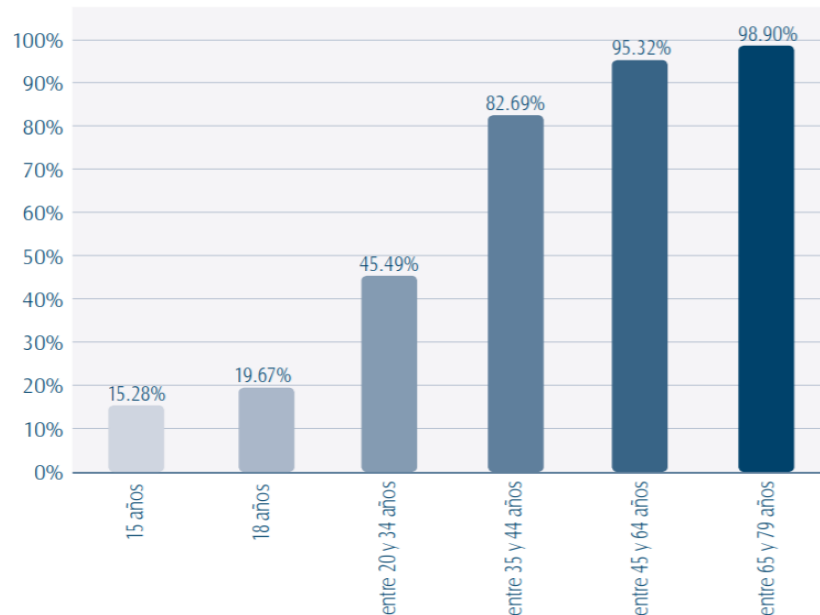
La comodidad del paciente es un parámetro importante utilizado para evaluar el éxito de las prótesis dentales. Desde este punto de vista, las prótesis fijas son preferibles a las prótesis removibles. Las prótesis fijas son compatibles con dientes o implantes y se fijan mediante adherencia o bloqueos mecánicos. En contraste, las prótesis removibles son co-soportadas por dientes y mucosas; por lo tanto, una base para dentadura postiza y conectores son inevitables. La sensación de cuerpo extraño se vuelve más obvia cuando se aplica una base de prótesis más grande y se aplican más conectores. Una base de metal y conectores también disminuyen la estética visual. Estos efectos negativos son las razones principales por las que se prefieren los tratamientos fijos a las prótesis removibles en odontología postodóntica. Los retenedores brindan sitios para la acumulación de placa bacteriana, reacciones tisulares adversas, poco estético, pueden ocasionar abrasión de las superficies dentarias y el metal utilizado para estas estructuras causa galvanismo oral, osteólisis en los pilares, cambios térmicos e hipersensibilidad. [42]

En Colombia el 70,43% de las personas ha perdido uno o más dientes. Esta pérdida presenta un claro comportamiento asociado con la edad; a los 15 años un 15,28% de adolescentes ya presenta pérdida de algún diente, alcanzando el valor máximo de pérdida en el grupo de 65 a 79 años con un 98,90% [43]. Ver figura 1.

Recientemente, la Asociación Dental Americana [44], presentó los tres principales problemas de salud bucal de Estados Unidos, basada en encuestas de alrededor de 15.000 personas en los Estados Unidos. El primer problema es dolor dental, el segundo es la dificultad para morder o masticar y el tercero es el edentulismo.

Al llegar al # 3, el 29% de los encuestados indicaron que habían experimentado dolor de dientes en algún momento de su vida. El dolor dental es la forma en que el cuerpo alerta de problemas en la boca, desde un diente con caries hasta un absceso en las encías. Lo mejor que puede hacer si tiene algún dolor oral persistente es ver a su dentista lo antes posible para un examen exhaustivo. Y debe hacer esto incluso si el dolor desaparece.

**Figura 1. Prevalencia de edentulismo parcial en la población de 15, 18, 20 a 79 años. Colombia, 2013-2014.**



Fuente: [43]

El segundo problema oral más destacado entre las personas es la dificultad para morder o masticar, aproximadamente el 31% de los encuestados. Al igual que con el dolor dental, los motivos pueden variar mucho, incluidos los dientes rotos, flojos o muy cariados, las dentaduras postizas o los trastornos de la articulación de la mandíbula (DTM). Debido a que la enfermedad dental suele ser el principal culpable, la mejor manera de evitar esto es practicar el cepillado diario, el uso de hilo dental y las visitas regulares al dentista. Y, al igual que con el dolor de dientes, debe ver a su dentista si tiene síntomas.

El edentulismo parcial es uno de los principales problemas que se observa en las consultas odontológicas, al momento de proponerle un plan de tratamiento al paciente hay que tener en cuenta las condiciones económicas que presenta, para que ellos puedan costearlo. En el mercado existen varias alternativas, una de ellas es el uso de prótesis parcial removible (PPR), en su confección se utilizan diversos materiales, el más usado en la actualidad son el cromo-cobalto; dicho material presenta diversas desventajas: acumulación excesiva de placa bacteriana, es poco estético, galvanismo oral e hipersensibilidad.

En el mercado se ha podido observar un nuevo material el cual abarca varios campos incluyendo en odontología, se han encontrado reportes a nivel

internacional del uso del PEEK en casos de implantología y usos de prótesis parcial removible PPR, a nivel nacional es muy poco la investigación respecto al material, es necesario conocer cuáles son los factores para el uso del material en prótesis parcial removible.

Lo anterior lleva a la necesidad de evaluar e investigar mediante base de datos los factores que se debe de tener en cuenta del PEEK en el uso de prótesis parcial removible.

## **5. METODOLOGÍA**

La metodología define el diseño, el tipo de investigación, los métodos y la ruta o proceso para realizar el presente estudio.

### **5.1 DISEÑO**

El presente estudio tiene un diseño cualitativo: “los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas” [45].

### **5.2 TIPO DE ESTUDIO**

El trabajo en proceso es de tipo descriptivo – explicativo. “Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Dankhe, 1986 citado en Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.80); de acuerdo con la definición en el presente estudio se describe el biomaterial denominado poliéter éter cetona – PEEK y el proceso de implementación clínica en la prótesis parcial removible.

“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, p.83). El presente estudio se clasifica de esta manera porque a través de la información recopilada y de su análisis se busca conocer la eficacia del PEEK en prótesis parcial removible, evaluando los parámetros de ajuste a los ejes protésicos de los dientes, resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación y estética general.

### **5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

En la siguiente tabla se relacionan los estudios hallados y relacionados en los antecedentes, con los cuales se definieron los factores a considerar para demostrar que el PEEK es un material adecuado para PPR.

**Cuadro 2. Fuentes secundarias**

<b>Título</b>	<b>Base de datos</b>	<b>(Apellido, año)</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
¿Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses? [2]	PubMed	(Stawarczyk, Beuer, Wimmer, Jahn, Sener, & Roos, 2013)	Estudiaron las propiedades del PEEK para saber si es un material adecuado para prótesis dentales fijas	Analizaron las propiedades de la superficie y su resistencia en la unión de dos resinas de recubrimiento utilizando diferentes métodos de acondicionamiento para un total de 225 muestras, 15 para cada método (5) y los 150 restantes en dos grupos para el recubrimiento. También se analizaron los tipos de fallas.	Se encontró finalmente que "el grabado ácido debe aplicarse cuando se usa PEEK como material de subestructura y se aplica material de recubrimiento compuesto.
Influencia de la modificación de la superficie de PEEK en las propiedades de la superficie y la resistencia de la unión a los compuestos de resina de recubrimiento [46]	PubMed	(Keul, y otros, 2014)	Probar el impacto de los tratamientos mecánicos y químicos de PEEK en la rugosidad de la superficie (SR), la energía libre de superficie (SFE) y la resistencia a la tracción (TBS) a los compuestos de resina de recubrimiento.	Para efectos de esta investigación se tomaron 680 muestras divididas en grupos de tratamiento para probar la hipótesis.	Los resultados muestran que hay un efecto significativo del tratamiento de superficie ( $p < 0,001$ ) y la aplicación del agente de acoplamiento ( $p < 0,001$ ) sobre TBS. La abrasión por aire (AIA) y el grabado ácido (AIP) combinados con visiolik (VL), enlaces del PEEK (SPB por sus siglas en inglés Signum Peek Bond) y mono bond plus (MH) se pueden recomendar para uso clínico.
Flexural behavior of PEEK materials for dental application [4]	PubMed	(Schwitalla A. D., Spintig, Kallage, & Muller, 2015)	Estudiaron el comportamiento de flexión de los materiales PEEK en la aplicación dental, teniendo en consideración que dicho material ha sido utilizado como material de implante en el campo médico por sus propiedades mecánicas que muestran similitud con los huesos.	Realizaron un análisis de 150 muestras de 11 compuestos PEEK diferentes utilizando una prueba de 3 dobles con una máquina de prueba universal después del almacenamiento en seco por un lado y después de la incubación a 37 ° C en solución Ringer por un día, 7 días, 28 días y 84 días, por otro lado, se evaluaron los parámetros del material módulo de flexión y resistencia a la flexión.	Los resultados de las pruebas fueron positivos, "los especímenes probados mostraron valores más altos que la resistencia mínima prevaeciente para materiales plásticos y su aplicación en odontología de 65 MPa" [4]. La aplicabilidad de PEEK en odontología y señala la posibilidad de ofrecer a los pacientes restauraciones libres de metales.
Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics [3]	PubMed	(Najeeb, Zafar, Khurshid, & Siddiqui, 2015)	Sintetizar el resultado de la investigación que se ha realizado sobre este material en aplicaciones dentales destacando el potencial que tiene el PEEK en el campo de la odontología clínica.	Se realizó una búsqueda electrónica utilizando la base de datos PubMed (Medline) y se escogieron trabajos de investigación originales publicados en los últimos quince años.	Se encontró que el PEEK ha sido explorado en diferentes aplicaciones para odontología clínica como los implantes dentales y se vislumbra como un material con gran potencial en el uso de prótesis dentales removibles y fijas.
The Use of a Modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an Alternative Framework Material for Removable Dental Prostheses [7]	PubMed	(Zoidis, Papathanasiou, & Polyzois, 2015)	Estudiaron el uso de una poli-éter-éter-cetona modificada (PEEK) como material marco alternativo para prótesis dentales removibles.	En el cual se pudo establecer que este material que los pacientes alérgicos a los metales lo pueden usar en sus prótesis dentales removibles de extensión distal.	Es un material biocompatible, no alérgico, rígido, con flexibilidad comparable al hueso, propiedades de alto pulido y baja absorción, baja afinidad por la placa y buena resistencia al desgaste.

Título	Base de datos	(Apellido, año)	Objetivo	Metodología	Resultados
Usos del PEEK en prótesis dental, Inmaculada Partial Lorente [11]	Google académico	(Rodríguez & Arroyo, 2016)	realizaron una investigación direccionada a determinar la evidencia científica existente en relación al uso actual del PEEK como nuevo material en prótesis dental, así como las ventajas e inconvenientes que se le atribuyen en dichos usos.	revisión bibliográfica, se identificaron un total de 283 artículos en PubMed y más de 4000 en Scopus que tratan sobre el uso del PEEK en algún tipo de prótesis dental. Los autores seleccionaron 26	Actualmente se está empleando el PEEK para la fabricación de distintos tipos de prótesis dentales se carece de un número suficiente de estudios y de un seguimiento en el tiempo que lo avalen y por tanto aun no estamos en disposición de recomendar la sustitución de los materiales tradicionales por estos de nueva aparición.
Versatility of PEEK as a fixed partial denture framework [5]	PubMed	(Sinha, Gupta, Mahendranadh, & Shastry, 2017)	El PEEK tiene una excelente resistencia química y propiedades mecánicas que se retienen a altas temperaturas. La versatilidad de este material a nivel dental para el marco FPD fue evaluado en este estudio.	Se realizó seguimiento entre 2, 3 y 6 meses de un paciente, período durante el cual se evidenció: muy poca acumulación de placa y encía sana alrededor de los dientes, lo que resaltó la naturaleza biocompatible del material.	El uso del PEEK como marco para FPD arrojó resultados muy satisfactorios con un alto grado de comodidad y aceptabilidad del paciente debido a su naturaleza liviana. Se considera que este material desempeñará un papel importante en la fabricación de marcos FPD con un efecto duradero en la estética y la capacidad funcional de la rehabilitación oral de pacientes.
Análisis in vitro de la elasticidad y la flexión del PEEK [1]	Google académico	(Naresh, 2018)	Evaluar y comparar la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de distintas muestras fabricadas a partir del PEEK	Se realizaron pruebas con 10 muestras con dimensiones de uso común o requerido, las cuales se sometieron a una prueba de flexión de tres puntos en una máquina de prueba universal Zwick/Roell.	A medida que aumenta el grosor, aumenta también el módulo de elasticidad (E). Sin embargo, no hay relación estadísticamente significativa entre el grosor y la resistencia a la flexión (R). Esto se traduce en que el esfuerzo máximo de flexión soportado por la probeta durante este ensayo específico no se ve afectado por el espesor de la misma.
A peek into peek-an innovative biomaterial, Prosthodontics [12]	Medline	(Katnika, Jhonn, & Kumari, 2018)	Estudia el PEEK como un material innovador en odontología, específicamente en aplicaciones de de prostodoncia, como prótesis fijas y prótesis removibles	Se refieren al problema estético que han venido presentado las prótesis dentales removibles tradicionales (PDR), las cuales se hacían con armazones y broches de cromo cobalto; han sustituido sus materiales por una serie de materiales termoplásticos en la práctica clínica.	Considerando las propiedades mecánicas y físicas del PEEK que son similares a las de los huesos y la dentina, se puede utilizar para varias aplicaciones en odontología, incluidos los implantes dentales.
Reducción de la deformación completa de la dentadura postiza usando material de marco fabricado por sistemas de diseño y fabricación asistidos por computadora [13]	Scopus	(Hada, Suzuki, Minakuchi, & Takahashi, 2019)	Investigar los efectos de los materiales fabricados por los sistemas CAD / CAM dentales en la deformación completa de la dentadura.	Se analizaron cuatro materiales para el marco de la dentadura postiza completa: compuesto reforzado con fibra (FRC), nano-zirconia (N-Zr), aleación de cobalto-cromo-molibdeno (CCM) y poliéter-éter-cetona (PEEK). Se fabricaron seis dentaduras postizas de cada material, utilizando polimetilmetacrilato (PMMA) como control.	No hubo diferencia significativa entre los MPS de PEEK, PMMA y FRC. Los efectos del marco fabricado por CAD / CAM sobre la deformación completa de la dentadura variaron debido al material utilizado; sin embargo, un material de estructura fabricado por CAD / CAM se considera efectivo para reducir la deformación completa de la dentadura postiza.

Título	Base de datos	(Apellido, año)	Objetivo	Metodología	Resultados
Áreas for use of PEEK material in dentistry [14]	Science Direct	(Tekin, Cangül, Adıgüzel, & Değer, 2018)	El material PEEK podría considerarse como una alternativa a los materiales convencionales en el campo de la odontología	Se comprobó en este producto tiene un uso creciente del material en implantología y especula que al aumentar la unión del material con resinas acrílicas y compuestas	Se verificó que puede desarrollar las propiedades de osteointegración se pueden aumentar las aplicaciones dentales. Se puede considerar en el futuro, que el material PEEK se utilizará en las estructuras de postes dentales y el campo de la endodoncia.
Determination of Polyetheretherketone (PEEK) mechanical properties as a denture material [16]	Science Direct	(Saja, Hatton, Johnson, Sereno, & Wood, 2019)	Midieron la resistencia a la tracción y las propiedades de flexión del PEEK prensado y fresado y se compararon con las de PMMA.	Se monitorizó la temperatura de 20 muestras de yeso utilizando el sistema de termopar múltiple (n = 5). Se prepararon un total de 210 muestras para pruebas mecánicas de acuerdo con el estándar ISO para el polímero base de prótesis (n = 10). Se evaluó el impacto Izod, la resistencia a la tracción y el comportamiento flexural. Los datos fueron analizados mediante ANOVA unidireccional con un nivel de confianza del 95% y un valor P significativo de (P 0,05).	La mayor resistencia al impacto fue de 5,7 kJ / m <sup>2</sup> para PEEK prensado a una temperatura de molde de 100 ° C y 4 kJ / m <sup>2</sup> para PEEK-fresado. Este último tenía una mayor resistencia a la tracción de 118 MPa. El mejor resultado para PEEK prensado fue 97 MPa a 200 ° C de temperatura del molde. Bajo una prueba de flexión de 4 puntos, el módulo de Young de PEEK molido fue 5591 MPa, mientras que el más alto para PEEK prensado fue 4936 MPa a 200 ° C de temperatura del molde.
Comparative Study Clarifying the Usage of PEEK as Suitable Material to Be Used as Partial Denture Attachment and Framework [17]	Scopus	(Sadek, 2019)	La importancia del uso de accesorios en la prótesis parcial removible es esencial como línea de tratamiento y porque impacta en la durabilidad de la prótesis durante la función.	fabricar y probar cuatro grupos de diferentes materiales y mediante medidores de tensión	El material PEEK es uno de los materiales estéticos utilizados para la fabricación del marco del RPD. Al usarlo como accesorio de precisión, se muestra una distribución de estrés favorable que disminuye las tensiones alrededor de los dientes pilares y la cresta alveolar, especialmente distal a los dientes pilares, que se redujo significativamente en comparación con las otras opciones de tratamiento
Un análisis tridimensional de elementos finitos de la función mecánica para 4 diseños de prótesis parciales removibles con 3 materiales de armazón: CoCr, aleación Ti-6Al-4 y PEEK [15]	Science Direct	(Chen, y otros, 2019)	El propósito de demostrar las bondades del PEEK como material para los marcos de prótesis parciales removibles frente a las otras alternativas utilizadas	Se trabajó con los datos intraorales de un paciente y con el sistema dental 3Shape, se hizo el diseño y los modelos se procesaron mediante análisis tridimensional de elementos finitos.	los resultados muestran que el marco PEEK tiene efecto protector en la prótesis dental (PDL), no es efectiva en pacientes con problemas periodontales graves, es decir, no es adecuado para pacientes con más pérdida de dientes posteriores con edentulismo de extremo libre.
Calidad geométrica en el mecanizado de superficies en polieterétercetona (PEEK) para aplicación en implantes individualizados [18]	Google académico	(Calvo, 2016)	Determinar los valores de velocidad de corte, avance y trayectoria adecuada para obtener valores recomendados de calidad geométrica en el mecanizado del PEEK, poli-éter-éter-cetona, para la elaboración de implantes individualizados a la medida	El presente trabajo se enfoca en los parámetros de rugosidad superficial, precisión dimensional y tolerancia de forma. Se usó la técnica de fresado con punta esférica, se evaluaron los parámetros usando probetas cóncavas y convexas mediante un diseño experimental de superficie de respuesta y una ANOVA para evaluar la influencia sobre la calidad geométrica de la superficie.	Se concluyó que los valores de rugosidad Ra para lograr una adecuada diferenciación celular en piezas de PEEK se obtienen mecanizando mediante la técnica de manufactura Raster (estrategia de mecanizado paralelo); que la que la menor tolerancia geométrica en la fabricación de formas convexas se obtiene mecanizando la pieza con la técnica de mecanizado espiral.

## 5.4 PROCEDIMIENTO

Respecto al procedimiento debería de contener los siguientes aspectos:

1) Estrategias de recogida y análisis de los datos: Se realizó una búsqueda en bases de datos Google académico (3), MedLine (1), PudMed (6) , Scopus (2) y ScienceDirec (3) se obtuvo un total de 15 artículos mediante los términos “PEEK AND (dental prostheses)” - “PEEK AND (dental prosthodontics)” – “Polyetheretherketone AND (dental prosthodontics)” – “PEEK AND (Full-arch rehabilitation)” - “PEEK AND (removable dental prostheses)” - “Polyetheretherketone AND (removable dental prostheses)” y las palabras de texto libre pertinentes, así como las bibliografías de los trabajos y artículos de revisión que tuvieran relación directa con el tema. Los pasos de este proceso son:

- Clasificación de la información: de acuerdo con los objetivos específicos:

- Reconocer el poliéter éter cetona – PEEK como biomaterial y su implementación clínica en la prótesis parcial removible.?

- Analizar la eficacia del PEEK en prótesis parcial removible, evaluando los parámetros de ajuste a los ecuadores protésicos de los dientes, resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación y estética general.

- Describir la calidad y la estética de la prótesis parcial removible convencional, teniendo en cuenta su capacidad funcional.

- Análisis de la información. Mediante análisis documental compara los parámetros a tener en cuenta para su implementación. Evaluando los parámetros que se han establecido según diferentes autores y analizando la implementación clínica.

- Estrategias encaminadas a garantizar fiabilidad y validez: se confirmó que las bases de datos utilizadas fueran confiables en el siguiente link: <https://www.scimagojr.com?>

## 5.5 CONSIDERACIONES ÉTICAS

### 5.5.1 *Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial (WMA)*

Principios éticos para la investigación ética que involucra sujetos humanos. La Asociación Médica Mundial (WMA) ha desarrollado la declaración de Helsinki como una declaración de principios éticos para la investigación médica que involucre sujetos humanos, Incluyendo la investigación respecto al material y

datos humanos identificables.

1. La Asociación Médica Mundial (AMM) ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos para investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables.

La Declaración debe ser considerada como un todo y un párrafo no debe ser aplicado sin considerar todos los otros párrafos pertinentes.

2. Aunque la Declaración está destinada principalmente a los médicos, la AMM insta a otros participantes en la investigación médica en seres humanos a adoptar estos principios.

#### Principios generales

3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula «velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente», y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: «El médico debe considerar lo mejor para el paciente cuando preste atención médica».

4. El deber del médico es promover y velar por la salud, bienestar y derechos de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

5. El progreso de la medicina se basa en la investigación que, en último término, debe incluir estudios en seres humanos.

6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad.

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.

10. Los médicos deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que las normas y e

estándares internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico nacional o internacional disminuya o elimine cualquiera medida de protección para las personas que participan en la investigación establecida en esta Declaración.

11. La investigación médica debe realizarse de manera que reduzca al mínimo el posible daño al medio ambiente.

12. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas con la educación, formación y calificaciones científicas y éticas apropiadas. La investigación en pacientes o voluntarios sanos necesita la supervisión de un médico u otro profesional de la salud competente y calificado apropiadamente.

13. Los grupos que están sub representados en la investigación médica deben tener un acceso apropiado a la participación en la investigación.

14. El médico que combina la investigación médica con la atención médica debe involucrar a sus pacientes en la investigación sólo en la medida en que esto acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico y si el médico tiene buenas razones para creer que la participación en el estudio no afectará de manera adversa la salud de los pacientes que toman parte en la investigación.

15. Se debe asegurar compensación y tratamiento apropiados para las personas que son dañadas durante su participación en la investigación.

#### Principios fundamentales de la bioética

Autonomía: Para la participación de los sujetos de investigación, se cumplirá por medio del consentimiento informado parental que firmarán los padres o representantes legales de los menores que intervengan en el estudio y el asentimiento informado que firmarán estos menores, dando cumplimiento al

derecho que tienen a la libertad de participar y ser informados. También se presentará la autorización de la institución, para la realización del proyecto. Es el respeto a la libertad de decisión y participación voluntaria, posterior a una adecuada información por parte de los investigadores.

**Beneficencia:** Se informará a los participantes los beneficios que puede traer la investigación como el poder encontrar un método natural para la remoción de la caries, dando lugar a tratamientos menos traumáticos, iguales o más efectivos como son los sistemas químicos mecánicos.

**No maleficencia:** Se refiere a la obligación de evitar hacer daño a los pacientes participantes en la investigación. La investigación es de un nivel de riesgo mínimo, pues la papaína es una enzima que se viene utilizando para este tipo de tratamientos en los niños, sin causar daño y previamente ha sido sometida a estudios experimentales para obtener respaldo al respecto.

Para reducir o eliminar posibles riesgos, estarán pendientes odontólogos expertos. La confidencialidad será una de las formas rigurosas de respetar la identidad de cada participante y los datos que se obtengan en el desarrollo de la investigación, serán guardados bajo códigos y revelados solamente a quien sea de su competencia.

**Justicia:** Este principio, que se orienta sobre el trato equitativo a cada uno de los participantes en el estudio, sin importar su etnia, ideología, género, estrato social. Solo con excepción de pacientes que por su compromiso sistémico esté contraindicado como patologías circulatorias profundas o infecciones virales que disminuyan su respuesta inmune. La muestra de los participantes será manipulada con el rigor requerido que exige la investigación científica [45].

## **5.5.2 Normatividad nacional**

Resolución 8430 de 1993

Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud

TITULO II.

DE LA INVESTIGACION EN SERES HUMANOS.

CAPITULO 1. DE LOS ASPECTOS ETICOS DE LA INVESTIGACION EN SERES HUMANOS.

ARTICULO 5. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y su bienestar. ARTICULO 6. La investigación que se realice en seres humanos se deberá desarrollar conforme a los siguientes criterios: a. Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen. b. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos. c. Se realizará solo cuando el conocimiento que se pretende producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo. d. Deberá prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos (mínimos), los cuales no deben, en ningún momento, contradecir el artículo 11 de esta resolución. e. Contará con el Consentimiento Informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución. f. Deberá ser realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano bajo la responsabilidad de una entidad de salud, supervisada por las autoridades de salud, siempre y cuando cuenten con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación. g. Se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación; el Consentimiento Informado de los participantes; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

ARTICULO 7. Cuando el diseño experimental de una investigación que se realice en seres humanos incluya varios grupos, se usarán métodos aleatorios de selección, para obtener una asignación imparcial de los participantes en cada grupo, y demás normas técnicas determinadas para este tipo de investigación, y se tomarán las medidas pertinentes para evitar cualquier riesgo o daño a los sujetos de investigación.

ARTICULO 8. En las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice. Hoja 3 de 3 RESOLUCION NUMERO 8430 DE 1993 Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

ARTICULO 9. Se considera como riesgo de la investigación la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio.

ARTICULO 10. El grupo de investigadores o el investigador principal deberán identificar el tipo o tipos de riesgo a que estarán expuestos los sujetos de investigación.

ARTICULO 11. Para efectos de este reglamento las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías: a. Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental

retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta

b. Investigación con riesgo mínimo: Son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en este Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos que se definen en el artículo 55 de esta resolución.

c. Investigaciones con riesgo mayor que el mínimo: Son aquellas en que las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, entre las que se consideran: estudios radiológicos y con microondas, estudios con los medicamentos y modalidades que se definen en los títulos III y IV de esta resolución, ensayos con nuevos dispositivos, estudios que incluyen procedimientos quirúrgicos, extracción de sangre mayor al 2% del volumen circulante en neonatos, amniocentesis y otras técnicas invasoras o procedimientos mayores, los que empleen métodos aleatorios de asignación a esquemas terapéuticos y los que tengan control con placebos, entre otros.

## TITULO II.

### DE LA INVESTIGACION EN COMUNIDADES.

ARTICULO 17. Las investigaciones, referidas a la salud humana, en comunidades, serán admisibles cuando el beneficio esperado para éstas sea razonablemente asegurado y cuando los estudios anteriores efectuados en pequeña escala determinen la ausencia de riesgos.

ARTICULO 18. En las investigaciones en comunidades, el investigador principal deberá obtener la aprobación de las autoridades de salud y de otras

autoridades civiles de la comunidad a estudiar, además de obtener la carta de Consentimiento Informado de los individuos que se incluyan en el estudio, dándoles a conocer la información a que se refieren los artículos 14, 15 y 16 de esta resolución.

ARTICULO 19. Cuando los individuos que conforman la comunidad no tengan la capacidad para comprender las implicaciones de participar en una investigación, el Comité de Ética en Investigación de la entidad a la que pertenece el investigador principal, o de la Entidad en donde se realizará la investigación, podrá autorizar o no que el Consentimiento Informado de los sujetos sea obtenido a través de una persona confiable con autoridad moral sobre la comunidad. En caso de no obtener autorización por parte del Comité de Ética en Investigación, la Investigación no se realizará. Por otra parte, la participación de los individuos será enteramente voluntaria.

ARTICULO 20. Las investigaciones experimentales en comunidades solo podrán ser realizadas por establecimientos que cuenten con Comités de Ética en Investigación y la autorización previa de este Ministerio para llevarla a cabo, sin perjuicio de las Hoja 6 de 6 RESOLUCION NUMERO 8430 DE 1993 Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Atribuciones que corresponden a otras dependencias del Estado, y hubieren cumplido en todo caso con los estudios previos de toxicidad y demás pruebas de acuerdo con las características de los productos y el riesgo que impliquen para la salud humana.

ARTICULO 21. En todas las investigaciones en comunidad, los diseños de investigación deberán ofrecer las medidas prácticas de protección de los individuos y asegurar la obtención de resultados válidos acordes con los lineamientos establecidos para el desarrollo de dichos modelos.

ARTICULO 22. En cualquier investigación comunitaria, las consideraciones éticas aplicables a investigación en humanos, deberán ser extrapoladas al contexto comunal en los aspectos pertinentes [46].

### **5.5.3 Normatividad Disciplinar**

Código de Ética del Odontólogo Ley 35 De 1989

La presente ley enuncia los principios éticos y bioéticos en el campo de la odontología y establece el ordenamiento jurídico que regula la conducta del odontólogo en el ejercicio de la profesión. Crea y regula a los tribunales competentes que investigan, juzgan e imponen las sanciones correspondientes a las faltas contra la ética profesional, cometidas con culpa o dolo, con el fin que el ejercicio odontológico en Colombia acate los requerimientos fundamentales de la

bioética y la ética profesional para beneficio de los individuos, la sociedad y la colectividad

Ley 35 del 8 de marzo de 1989

“Sobre ética del odontólogo colombiano”

Concordada con el decreto reglamentario No. 491 del 27 de febrero de 1990

El Congreso de Colombia decreta

## CAPITULO I

Declaración de principios Artículo

Artículo 1

a) Se entiende por ejercicio de la odontología, la utilización de medios y conocimientos para el examen, diagnóstico, pronóstico con criterios de prevención, tratamiento de las enfermedades, malformaciones, traumatismos, las secuelas de los mismos a nivel de los dientes, maxilares y demás tejidos que constituyen el sistema estomatognático.

b) El profesional odontólogo es un servidor de la sociedad y, por consiguiente, debe someterse a las exigencias que se le derivan de la naturaleza y dignidad humanas. De acuerdo con lo anterior, la atención al público exige como obligación primaria, dar servicios profesionales de calidad y en forma oportuna.

c) Los conocimientos, capacidades y experiencias con que el odontólogo sirve a sus pacientes y a la sociedad, constituyen la base de su profesión. Por lo tanto, tiene obligación de mantener actualizados los conocimientos; los cuales, sumados a su honestidad en el ejercicio de la profesión, tendrán como objetivo una óptima y mejor prestación de los servicios.

d) El odontólogo respetará y hará respetar su profesión procediendo en todo momento con prudencia y probidad. Sus conocimientos no podrá emplearlos ilegal o inmoralmemente. En ningún caso utilizará procedimientos que menoscaben el bienestar de sus pacientes.

e) Debido a la función social que implica el ejercicio de su profesión, el odontólogo está obligado a mantener una conducta pública y privada ceñida a los más elevados preceptos de la moral universal.

f) ¡Es deber del odontólogo colaborar en la preparación de futuras generaciones en instituciones docentes aprobadas por el Estado, estimulando el amor a la ciencia y a la profesión, difundiendo sin restricciones el resultado de sus experiencias y apoyando a los que se inicien en su carrera; En caso de que sea llamado a dirigir instituciones para la enseñanza de la odontología, o a regentar cátedra en las mismas, se someterá a las normas legales o reglamentarias sobre la materia, así como a los dictados de la ciencia, a los principios pedagógicos y a la ética profesional

g) La vinculación del odontólogo a las actividades docentes implican una responsabilidad mayor ante la sociedad y la profesión. La observancia meticulosa de los principios éticos que rigen su vida privada y profesional y sus relaciones con otros odontólogos, profesores y estudiantes deben servir de modelo y estímulo a las nuevas promociones universitarias

h) El odontólogo podrá ser auxiliar de la justicia en los casos que señala la ley, ora como funcionario público, ora como perito expresamente designado para ello y cumplirá su deber teniendo en cuenta la importancia de la tarea que se le encomiende como experto

i) El odontólogo como profesional perteneciente a las áreas de la salud, tiene la responsabilidad de aplicar sus conocimientos en el diagnóstico precoz de las enfermedades de la boca y de las enfermedades generales que presenten manifestaciones orales, valiéndose de todos los medios de diagnóstico que tenga a su alcance

j) La presente Ley comprende el conjunto de normas sobre ética a que debe ceñirse el ejercicio de la odontología en la República de Colombia.

## CAPITULO II

Práctica profesional.

De las relaciones del odontólogo con el paciente.

Artículo 2º El odontólogo dispensará los beneficios de su profesión a las personas que los necesiten, sin más limitaciones que las expresamente señaladas en esta Ley, y rehusará la prestación de sus servicios para actos que sean contrarios a la moral y cuando existan condiciones que interfieran su libre y correcto ejercicio.

Artículo 3º Los servicios odontológicos se fundamentan en la libre elección del odontólogo por parte del paciente. En el trabajo institucional se respetará, en lo posible este derecho.

Artículo 4º El odontólogo respetará la libertad del paciente para prescindir de sus servicios. Artículo 5º El odontólogo debe informar al paciente de los riesgos, incertidumbres y demás circunstancias que puedan comprometer el buen resultado del tratamiento.

Artículo 6º La actitud del odontólogo ante el paciente será siempre de apoyo. Evitará todo comentario que despierte injustificada preocupación y no hará pronósticos de la enfermedad sin las suficientes bases científicas.

Artículo 7º El odontólogo mantendrá su consultorio con el decoro y la responsabilidad que requiere el ejercicio profesional. Artículo 8º El odontólogo dedicará a sus pacientes el tiempo necesario para hacer una evaluación adecuada de su salud bucal. Igualmente indicará los exámenes indispensables para establecer el diagnóstico y prescribir el tratamiento correspondiente.

Artículo 9º Siendo la retribución económica de los servicios profesionales un derecho, el odontólogo fijará sus honorarios de conformidad con la importancia y circunstancias del tratamiento que debe efectuar, teniendo en cuenta la situación económica del paciente, y previo acuerdo con éste o sus responsables.

Artículo 10. El odontólogo no debe exagerar el valor de sus honorarios profesionales ni anteponer la obligación de prestar un servicio social a intereses puramente comerciales.

Artículo 11. El odontólogo está obligado a atender a cualquier persona que solicite sus servicios con carácter de urgencia, si el caso corresponde a su especialidad. De no ser así, ayudará al paciente a encontrar un profesional que lo atienda adecuadamente, quien luego lo remitirá a su propio odontólogo informándole del tratamiento ejecutado.

Artículo 12. En casos de urgencia, la prestación del servicio no se condicionará al pago anticipado de honorarios profesionales.

Artículo 13. Cuando quiera que se presenten diferencias entre el odontólogo y el paciente con respecto a los honorarios, tales diferencias podrán ser conocidas y resueltas por el Tribunal Seccional Odontológica Colombiana.

Artículo 14. El odontólogo no exigirá al paciente exámenes innecesarios ni les someterá a tratamientos que no se justifiquen.

Artículo 15. El odontólogo no debe comprometerse a efectuar tratamientos para los cuales no esté planamente capacitado.

Artículo 16. El odontólogo no debe ofrecer o conservar como exclusivo ningún elemento, agente, método o técnica.

Artículo 17. Es contrario a la ética emplear materiales diferentes a los convenidos con el paciente, o ejecutar tratamientos contraindicados.

Artículo 18. El odontólogo no podrá atender ningún paciente que, por su estado de salud, peligre su vida, salvo previa autorización escrita de sus familiares y/o el médico tratante.

Artículo 19. El odontólogo no hará tratamiento, no intervendrá quirúrgicamente a menores de edad, a personas en estado de inconsciencia o intelectualmente no capaces sin la previa autorización de sus padres, tutores o allegados, a menos que la urgencia del caso exija una intervención inmediata. Artículo

20. La responsabilidad del odontólogo por reacciones adversas, inmediatas o tardías, producidas por efectos del tratamiento, no irá más allá del riesgo previsto.

El código de ética profesional también manifiesta sobre

El secreto profesional, prescripción, historia clínica y otras conductas

Las relaciones del odontólogo con sus colegas

Las relaciones del odontólogo con el personal auxiliar

La relación del odontólogo con la institución

Requisitos para ejercer la profesión de odontólogo

Las relaciones del odontólogo con la sociedad y el estado

Publicidad y propiedad intelectual [47]

## 6. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la revisión documental en relación con el cumplimiento de cada objetivo específico planteado al inicio, tanto para la construcción de los antecedentes o estado del arte como del marco teórico, además de otros documentos necesarios para complementar la información requerida.

### 6.1 EL POLIÉTER ÉTER CETONA – PEEK COMO BIOMATERIAL Y SU IMPLEMENTACIÓN CLÍNICA EN LA PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE

El primer objetivo específico es reconocer el poliéter éter cetona – PEEK como biomaterial y su implementación clínica en la prótesis parcial removible. La información que a continuación se presenta da respuesta al cumplimiento del objetivo.

El poli-éter-éter-cetona (PEEK) hace parte de la familia de Poli-aril-éter-cetona (PAEKs). Los cuales en los últimos años han sido altamente utilizados como biomaterial para la elaboración de implantes de columna vertebral y ortopédicos. Ha sido comercializado desde 1980 como un polímero termoplástico, conformado por una cadena principal aromática interconectado por éter y cetona. Es estable a altas temperaturas, (mayores a 300 °C), resistente a daño químico y a la radiación, compatible con diferentes elementos de refuerzo como el vidrio y la fibra de carbono [48]

El PEEK es un semicristal de dos fases, esto quiere decir que tiene una fase cristalina y otra fase amorfa. Siendo su fase cristalina cambiante ante procesos térmicos. Presenta una temperatura de cristalización de alrededor de 143 °C, por encima de la temperatura corporal. El PEEK es químicamente inerte e insoluble en la mayoría de solventes. Es un polímero orgánico termoplástico incoloro, que ofrece una combinación única de altas propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura y excelente resistencia química.

Propiedades biocompatibles y mecánicas:

- Resistente a la formación de la placa bacteriana.
- Conserva sus propiedades mecánicas a altas temperaturas (500°C).
- Excelente pulido, por lo que no se adhiere la placa bacteriana.

- Dureza y resistencia comparable al acero inoxidable.
- Más ligero, más eficaz y menos costoso que cualquier aleación metálica o de circonio.
- Marcada resistencia al agrietamiento por tensión, fricción y torsión.
- Alta resistencia a la esterilización mediante autoclave.
- Es radioluciente, por lo cual no produce artefactos a la exploración por rayos X.
- Gran estabilidad hidrolítica en agua caliente, vapor y disolventes.
- Confort para el paciente por su ligereza y baja conductividad.
- Módulo de elasticidad comparable al hueso cortical.
- En la actualidad, se considera el material más biocompatible y menos tóxico para la cavidad bucal.
- Presenta en su naturaleza un color canela semejante al color del diente natural.
- Mantiene sus propiedades cuando es expuesto a diversas temperaturas.

Todas estas características hacen que sea un material para uso de la prótesis parcial removible. Ya que cumple con todos los parámetros esenciales para una rehabilitación en pacientes parcialmente edéntulos.

El PEEK se puede encontrar en forma de gránulos, polvo o polvo ultrafino, en función de la técnica de moldeado usada, Para su uso en prótesis parcial removible se describen dos procedimientos de fabricación:

-Procedimiento de inyección.

-Procedimiento CAD- CAM: a partir de unos bloques de PEEK, empleando una fresadora se fabrica la estructura previamente diseñada por ordenador.

Las múltiples propiedades del PEEK lo hicieron un material ideal para sustituir principalmente al metal en ortopedia, traumatología, implantes espinales, prótesis e implantes dentales [49].

Su excelente resistencia y su cualidad para obtener un óptimo pulido, así como su escasa propensión a la formación de placa, el PEEK es especialmente adecuado para la fabricación de prótesis de alta calidad. La elasticidad del material con valores similares al hueso, hace que sea un material muy natural, ya que puede equipararse su torsión a la del hueso. No es agresivo con los dientes existentes, protegiendo el esmalte [49].

Najeeb, Zafar, Khurshid y Siddiqui [3], en su revisión sobre las aplicaciones del PEEK en prostodoncia destacan como ventajas del material su color blanco, por lo que se mejora significativamente la estética de las prótesis, principalmente en el caso de los retenedores comentados anteriormente. Otras ventajas que presenta es que no suele dar alergia, no deja sabor metálico y se puede pulir muy bien, así retiene menos placa que un esquelético metálico. El PEEK también presenta un peso menor al cromo cobalto, esto es muy importante y beneficioso sobre todo en las prótesis superiores, pues mejora su estabilidad y retención. Un inconveniente que se ha demostrado en varios estudios, como en el de Zoidis Papatthasiou y Polyzois [7] y el de Stawarczyk y otros [2], es que los retenedores fabricados en PEEK confieren una menor retención que los metálicos, pero dañan menos el esmalte y a pesar de su menor retención, clínicamente es adecuada y suficiente. Tanto las prótesis de cromo cobalto como las realizadas con PEEK tienen una parte acrílica simulando la encía y sobre la que van alojadas las piezas dentarias a reponer. [3] [2].

Se lo define también como un material inerte, no citotóxico y con baja conducción térmica y eléctrica. No se disuelve con sustancias ácidas en el medio bucal y posee propiedades mecánicas que solamente la combinación de aleaciones metálicas podría proporcionar; es un material ligero, hipoalergénico y cuenta con gran resistencia en relación con su peso, absorbe los impactos de la masticación, resistente a la abrasión y la decadencia, amigable con los rayos X y escáneres. Además, que es muy valorado por parte de los pacientes y los profesionales de la salud por su biocompatibilidad y bioestabilidad [50, 51].

El PEEK puede ser reforzado con diferentes tipos de orientación y longitudes de fibra de carbono (CFR), en el campo de la Odontología donde tradicionalmente se utiliza una amplia gama de materiales aloplásticos, la aplicación de este material innovador aumenta reemplazando los materiales dentales convencionales como los metales, aleaciones y cerámicas [52].

El resultado básico de la técnica CAD CAM es que puede simplificar la elaboración del PPR, además de que su diseño conserva las características físicas del material, pero en el comportamiento clínico a largo plazo no hay suficiente evidencia.

Esta tecnología realiza un replica digital exacta de la boca del paciente mediante un escáner dental, a partir de ahí desarrolla la restauración necesaria, evitando problemas a la hora de realizar el tratamiento. Estos métodos pueden aplicarse en diversos campos de la prótesis: prótesis fija sobre dientes naturales (uso más común), implantología, prótesis parcial removible, prótesis maxilofacial:

- Prótesis fija sobre dentición natural. Es la aplicación más frecuente de estos sistemas. Mediante los métodos CAD/CAM pueden elaborarse *inlays*, *onlays*, carillas, coronas y puentes, e incluso ataches.
- Implantoprótesis. Permiten la elaboración de pilares de implantes, coronas y puentes implanto retenidos y supraestructuras protésicas —estructuras metálicas para prótesis híbridas (52), barras para sobre dentaduras.
- Prótesis parcial removible. Permite la confección de estructuras metálicas (53).
- Prótesis maxilofacial. Actualmente se está estudiando su utilidad en este campo. [53].

Procedimiento CAD-CAM: a partir de unos bloques de Peek, empleando una fresadora se fabrica la estructura previamente diseñada por ordenador. Posteriormente las estructuras confeccionadas por uno y otro procedimiento se pueden recubrir de composite de revestimiento o resina, recomendándose que la estructura de PEEK tenga retenciones mecánicas, así como un tratamiento abrasivo previo de su superficie y se emplee además un agente de adhesión [54].

Una marca conocida de PEEK es Juvora. Un tipo de PEEK de pureza ultra alta «libre de relleno» y único en el mercado que ha sido utilizado en 4 millones de implantes de dispositivos médicos. Es una forma que se puede fresar sin esfuerzo con la Roland DWX 50 y el software SUM 3D CAM. Los discos deben tener unas características como grosor de 1.5mm a 2.0 mm y el tamaño del bloque dependerá del tipo de diseño de la prótesis removible [40]

En la figura 2 se presenta el proceso.

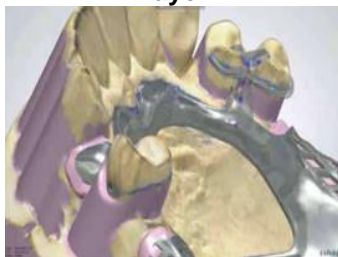
## Figura 2. Secuencia del proceso CAD – CAM



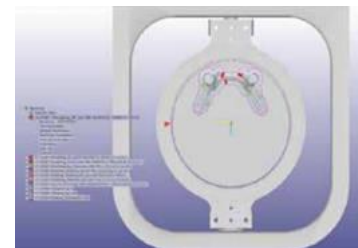
Trazado de la curva para el conector mayor.



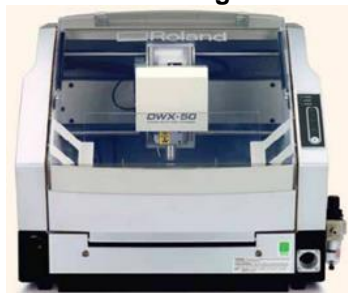
Prestación del conector principal del marco



Diseño de los ganchos



Marco del diseño colocado en el software



Maquina fresadora DWX 50



Marco fresado en la DWX 50



Marco con PEEK con dientes agregados



Varios ejemplos de marco PEEK

Fuente: [40]

Se denomina así por sus siglas en inglés: CAD que en español corresponden a (Diseño Asistido por Computadora) y CAM (Fabricación Asistida por Computadora). Esta técnica aplicada a la odontología consiste en diseñar (CAD) y posteriormente confeccionar (CAM) restauraciones fijas mediante el uso de una

computadora para realizar coronas, provisionales, coronas parciales inlays y onlays, prótesis de varias unidades, aditamentos y estructuras sobre implantes.

La simplificación y perfeccionamiento de estos sistemas CAD-CAM minimiza significativamente el error humano y reduce el número de citas a las que asiste el paciente. El sistema CAD-CAM desempeña un papel importante en calidad, ya que al ser un sistema certificado, sistematizado, eficaz permite tener un control preciso en la elaboración de las restauraciones dentales diseñadas por computadora, en este sistema se cuidan los aspectos anatómicos, biológicos, funcionales y estéticos que permiten lograr el éxito en la rehabilitación oral.

## **6.2 EFICACIA DEL PEEK EN PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE**

En este punto se da cumplimiento al segundo objetivo específico de este estudio que es: analizar la eficacia del PEEK en prótesis parcial removible, evaluando los parámetros de ajuste a los ecuares protésicos de los dientes, resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación y estética general. La eficacia se muestra a través de: los parámetros de ajuste de los ecuares, la resistencia a fuerzas masticatorias, la pigmentación y la estética general.

### **6.2.1 Parámetros de ajuste a los ecuares protésicos de los dientes**

El parámetro que se debe tener en cuenta para los ecuares dentales es definir qué tipo de ecuador se tiene mediante el paralelómetro que es el instrumento con el cual se puede analizar la zona de retención infraecuatorial y la zona supraecuatorial que es la zona expulsiva o de estabilidad que adicionalmente sirve para analizar la vía de inserción y remoción de la prótesis y posibles cambios que se deban hacer en los dientes del paciente con el fin de evitar interferencias dentales o tisulares y malas posiciones dentales que impiden que el brazo retentivo llegue a una posición ideal con la calibración adecuada. Por esa razón el material debe reunir la característica de flexibilidad por que debe deformarse cuando pasa por el ecuador protésico y pasividad porque cuando llega a su posición final no debe producir presión sobre la estructura dentaria y realizar oposición mediante la retención ante las fuerzas de desalajo.

El eje de inserción y remoción de una PPR es la dirección en la cual la prótesis se mueve en relación a su sistema de soporte cuando es instalada y removida de la boca, guiada por el contacto de sus partes rígidas con los pilares. Así, los contornos de los dientes que contactan con los componentes de la base metálica tienen una influencia decisiva en la determinación de un eje ideal. Debido a que éste involucra movimientos iguales, pero en direcciones opuestas, nos referiremos a un eje único [56].

El paralelizado es un proceso individual para cada PPR, la influencia de factores específicos debe ser analizados, y se hace necesario desarrollar condiciones en la preparación de la boca que permita acomodar el eje de inserción deseado. El análisis de los factores que influyen el eje de inserción podría determinar una dirección de inserción que pueda reducir el potencial desalojo y promover la estabilidad de la PPR. Estos factores incluyen: los planos guías, contornos dentarios, en general, y más específicamente áreas retentivas sobre los dientes y tejidos blandos, apariencia estética e interferencias. Se presenta como el PEEK se puede adaptar en esta forma de preparación dentaria y mejorar la retención uno de los puntos críticos del PEEK.

### **6.2.2 Resistencia a fuerzas masticatorias**

Las fuerzas se identifican en términos de sentido, duración, frecuencia e intensidad. su intensidad sobre los tejidos de soporte determina el éxito o el fracaso de la prótesis parcial removible. Si las fuerzas sobre los dientes pilares y los bordes residuales se mantienen, dentro de la tolerancia tisular fisiológica, se obtiene una restauración con éxito.

El soporte define como la resistencia frente a fuerzas en sentido vertical, que evitan la intrusión protésica a los tejidos. La función principal de soporte en la vía de carga dentaria está dada por los lechos que contienen al apoyo del complejo retentivo. En casos de vía de carga mixta, además participan los tejidos blandos, determinando un soporte dual de distintas resiliencias. Obteniendo un buen soporte, se protegen las estructuras periodontales y se distribuyen de mejor manera las fuerzas oclusales. El material debe brindar la suficiente rigidez para resistir esas fuerzas verticales mediante la confección de los apoyos, y sea tan versátil que permite los grosores adecuados que eviten fracturas del componente y la subsecuente presión inadecuada de la prótesis sobre los tejidos.

En USA, Stawarczyk, y otros [2] estudiaron las propiedades del PEEK para saber si es un material adecuado para prótesis dentales fijas, para lo cual analizaron las propiedades de la superficie y su resistencia en la unión de dos resinas de recubrimiento obteniendo que finalmente “el grabado ácido debe aplicarse cuando se usa PEEK como material de subestructura y se aplica material de recubrimiento compuesto. Para así lograr éxito en restauración completa. no se habla sobre fallas en el material, pero si en el sistema adhesivo y los conocimientos del clínico para su aplicabilidad. También es necesario realizar una correcta preparación sin dejar ángulos expulsivos ya que esto potencializa el riesgo de fractura.

Según Najeeb, Zafar, Khurshid y Siddiqui [3] el PEEK se caracteriza por su alta resistencia a la temperatura y su biocompatibilidad entre otras. Schwitalla, Spintig, Kallage y Muller [4] estudiaron el comportamiento de flexión de los materiales

PEEK en la aplicación dental, se evaluaron los parámetros del material módulo de flexión y resistencia a la flexión, los resultados de las pruebas fueron positivos, “los especímenes probados mostraron valores más altos que la resistencia mínima prevaeciente para materiales plásticos y su aplicación en odontología de 65 MPa” [4]. Corrobora la aplicabilidad de PEEK en odontología y señala la posibilidad de ofrecer a los pacientes restauraciones libres de metales.

Dicho módulo es decisivo para la capacidad de carga de una construcción con coronas y prótesis para la unión de la cerámica con la estructura metálica. En las aleaciones no nobles, el módulo de elasticidad es casi el doble que el módulo de elasticidad de las aleaciones de metales nobles para metalo-cerámica. Manteniendo un modelado idéntico se ofrece el doble de seguridad contra deformaciones debidas a la fuerza masticatoria. Cuanto más elevado es el módulo de elasticidad, tanto mayor es la fuerza necesaria para una deformación elástica. El material es rígido y estable en su forma [55].

Sinha, Gupta, Mahendranadh, & Shastry [5], probaron que el PEEK tiene una excelente resistencia química y propiedades mecánicas que se conservan a altas temperaturas.

Salazar [6] concluyó que los valores de la media de la resistencia a la tracción de la superficie del PEEK tratadas con ácido sulfúrico fue (6,11 MPa), del chorro de aire abrasivo 110 um (9,54 MPa), ácido orto fosfórico (3,60 MPa), no tratadas (3,69 MPa) y grupo control (14,42 MPa). Siendo el chorro de aire abrasivo el tratamiento que mayor resistencia demostró a la tracción en comparación con los otros grupos experimentales.

El soporte es la propiedad que tienen las prótesis para que no se produzca su impactación sobre las estructuras de apoyo (fibromucosa y huesos subyacentes); es decir, es la capacidad de dichas prótesis de oponerse a las fuerzas de compresión. La zona de soporte protésico (o apoyo basal) se va reduciendo a medida que se reabsorbe el reborde residual. Cuando se emplean prótesis desajustadas durante largos periodos de tiempo, el borde residual puede reabsorberse gravemente. Si las crestas están muy reabsorbidas, el área que soporta la prótesis se reduce y la mucosa que la rodea disminuye el grosor y la elasticidad. La consecuencia es que el borde residual es incapaz de soportar adecuadamente la carga oclusal. Mediante un rebase a tiempo, puede

Al confeccionar una prótesis parcial removible en el material poliéter éter cetona PEEK, se debe realizar impresión por medio de un escáner digital, el cual copia exactamente las zonas tisulares, ecuadores óseos y a los ecuadores dentales protésicos. Y así darle origen a una estructura que va a tener una vía de inserción y remoción exacta. Además, una copia adecuada de los tejidos. Por lo cual no es

necesario realizar un rebase para compensar la pérdida de reabsorción de tejidos. En caso de realizar un rebase puede dar origen a la formación de placa bacteriana en la zona del agregado debido a que el material requiere de un pulido y terminación de la superficie lisa y un brillante, por lo cual la integración de los dos materiales no sería la más adecuada, hasta el momento no se encuentra evidencia clínica respecto a realizar un rebase con este material.

En esta síntesis de trabajo experimental se describe el proceso para la exploración de las propiedades mecánicas (tensión, flexión, compresión e impacto), de muestras producidas con poliéster éter cetona - PEEK obtenidas mediante un equipo extrusor y dispositivo de manufactura aditiva Fused Deposition Modeling - FDM.

En la investigación de Vaezi y Yang (2015) citados en Bacca, Forero, & Castro [56], bajo diferentes métodos se realizaron pruebas de compresión (ASTM D695), flexión (ISO 178) y tensión (método propio partiendo de un prisma rectangular con dimensiones: 60 x 4,5 x 3 mm<sup>3</sup>), sobre muestras producidos con manufactura aditiva por FDM, con llenado total del contorno, al igual que las muestras producidas en el presente estudio experimental, partiendo de un filamento marca "Vitrex® PEEK 450G". Para la prueba de compresión se obtuvo un valor de esfuerzo a fluencia de 102,38MPa y una deformación a fluencia de 5,6% [58].

Es posible encontrar el valor del módulo de compresión del PEEK entre 1,82GPa [58] y 3,8 GPa en el estudio de Wu y otros [58] para piezas modeladas por inyección, y un esfuerzo máximo a compresión para piezas fabricadas con FDM de 60,9 MPa. En cuanto a las propiedades mecánicas de los materiales implementados convencionalmente en prótesis, en general el material PEEK presenta los resultados que se relacionan en la siguiente tabla.

### **6.2.3 Pigmentación**

El PEEK al ser un material de excelente resistencia y cualidad con un óptimo pulido y escasa propensión a la formación de placa, lo hace un material longevo donde no hay evidencia de pigmentaciones

El PEEK se está introduciendo en rehabilitación oral desde hace unos 12 años, y permite a aquellas personas que pueden tener alergias a metales, disfruten de un tratamiento innovador y eficaz, ya que este plástico es biocompatible con el organismo humano. Además, tiene un color marfil y no ennegrecen las encías, al ser libre de metal, tiene mejor estética [6].

#### **6.2.4 Estética general**

En odontología empezó a emplearse debido al incremento en las demandas estéticas del paciente y por la posible incompatibilidad del metal.

Su color es blanco, por lo que posee una gran estética y posibilidad de personalización. Su insolubilidad en agua hace que sea un material biocompatible, ideal para pacientes alérgicos. Además, es un material que no presenta corrosión, esto quiere decir que no se degrada a causa de la saliva, el pH ácido, los alimentos o bebidas que consumamos, la placa bacteriana, etc. Esto es fundamental para todas las prótesis, pero en los implantes influye aún más ya que esta corrosión puede producir un aumento de los iones o de las partículas tóxicas y/o inmunológicas [57].

Zoidis, en su trabajo, argumenta que la búsqueda de una mejor estética y la alergia que sufren algunos pacientes al cromo cobalto han hecho que se busquen nuevos materiales termoplásticos para sustituir el metal de las prótesis. Uno de estos materiales ha sido el PEEK. El PEEK se puede utilizar solo o compuesto con un 20% de polímeros cerámicos como el BioHPP. Así se consiguen mejorar más sus propiedades elásticas y mecánicas, su alta resistencia a la temperatura y su biocompatibilidad entre otras [7]. Por lo tanto, es posible obtener una estructura con color idéntico a la estructura dentaria logrando mayor mimetización.

#### **6.2.5 Elasticidad**

En odontología y el área de la rehabilitación es muy importante que toda prótesis tenga una vía de inserción y de remoción, para ello es importante generar en la prótesis un leve módulo de elasticidad para que al momento de entrar en contacto con los tejidos duros y blandos genere una deflexión mínima para llegar al ajuste deseado.

Debido a un módulo de elasticidad de 4 GPa, es tan elástico como el hueso y puede reducir las tensiones transferidas a los dientes pilares. Este estudio abrió las posibilidades de profundizar en la efectividad del material, razón por la cual se continuó avanzando en la investigación. Naresh [1] realizó en Madrid, un análisis in vitro de la elasticidad y la flexión del PEEK, considerando que ya había aplicaciones en odontología y se había al menos determinado su biocompatibilidad pero que no se conocía el comportamiento físico-mecánico de este material. Por ello, el objetivo de este estudio in vitro ha sido evaluar y comparar la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de distintas muestras fabricadas a partir del PEEK.

### **6.3 CALIDAD Y LA ESTÉTICA DE LA PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE, TENIENDO EN CUENTA SU CAPACIDAD FUNCIONAL**

En este punto se cumple con el tercer objetivo del estudio que es describir la calidad y la estética de la prótesis parcial removible, teniendo en cuenta su capacidad funcional.

Cuando se decide realizar una prótesis parcial removible surge muchas dudas sobre la estética y su funcionalidad y con mayor frecuencia cuando es el sector anterior tal como lo describe el siguiente caso

La apariencia estética puede ser mejorada considerablemente, especialmente con pilares anteriores, probando diferentes patrones de inserción. Cambios pequeños en la inclinación del modelo pueden permitir la colocación de los componentes de la prótesis en regiones menos expuestas que no alteren la apariencia del paciente, sin perjudicar los factores determinantes remanentes. El objetivo debe ser siempre obtener una apariencia lo más natural posible [58].

## 7. DISCUSIÓN

Para efectos de este estudio, la discusión se fundamenta en el análisis comparativo entre la prótesis removible con PEEK y la prótesis elaborada con cromo – cobalto que es la más utilizada en el entorno. En la tabla 3 se presenta la comparación entre las propiedades del PEEK y del cromo cobalto para mostrar las bondades del nuevo material.

**Cuadro 3. Propiedades mecánicas del PEEK y del cromo cobalto**

Ensayo	Propiedad	PEEK	Cromo - cobalto
		Valor	Valor
Tensión	Deformación (%)	5	20
	Esfuerzo a fuerza máxima (Mpa)	96-113	517Mpa
	Módulo de elasticidad (Mpa)	3500	234.026
Flexión	Esfuerzo a fuerza máxima (Mpa)	132,37-167	4.145
	Módulo de elasticidad (Mpa)	2430-4000	1554
Compresión	Deformación (%)	5,6	15
	Esfuerzo a fuerza máxima (Mpa)	102,38	1560
	Módulo de elasticidad (Mpa)	1820-3800	200.000
Impacto	Tenacidad de fractura (N)	5-10,92	15,5

**Fuente:** elaboración propia

Estos valores son aptos para resistir el ambiente oral y al realizar la comparación entre el PEEK y el cromo cobalto se tiene que, los módulos de elasticidad y resistencia a los esfuerzos de tensión, flexión, compresión e impacto (medidas Mpa) de la aleación metálica son superiores a los del PEEK; dado que el módulo de elasticidad es directamente proporcional a la resistencia del material, sin embargo, el CR-CO por ser una aleación metálica se puede presentar un efecto de tipo eléctrico por la diferencia de potencial eléctrico entre los metales, denominado galvanismo oral que ocasiona sintomatología en algunos pacientes y en este sentido, el PEEK constituye una mejor alternativa para los pacientes con alergias al metal, acrílico y por su estética.

Además, el PEEK puede asumir el reto de acoplarse mejor a la anatomía de la cavidad oral y puede ser estable en todos los aspectos biomecánicos de una prótesis parcial removible garantizando el SER (soporte, estabilidad y retención).

En el cuadro 4 se da una explicación más completa de cada factor

**Cuadro 4. Factores comparativos entre prótesis removible con PEEK y con material convencional**

Factores	Prótesis removible con PEEK	Prótesis removible con material convencional (cromo-cobalto)
Eficacia	La eficacia del material PEEK como una alternativa viable para prótesis removibles además El PEEK se puede combinar con otros materiales como la fibra de carbono o partículas de cerámica (BioHPP), para conseguir mejorar algunas de sus propiedades. El PEEK reforzado con fibra de carbono es incluso comparable con la cortical del hueso y la dentina, disminuyendo así el estrés que se le puede producir al hueso y evitando reabsorciones y daños futuros [1].	Los iones metálicos liberados en la boca pueden producir afectación de la estructura celular, alteración inflamatoria y efectos alérgicos [59].
Resistencia a fuerzas masticatorias	Presenta una gran resistencia por ello ha llegado a utilizarse para realizar algunos componentes de aviones, como las turbinas, por ejemplo. Debido a esta elevada resistencia con respecto a su peso, propiedades elásticas similares a la de los huesos humanos, no se corroe y no tiene conductividad térmica o eléctrica [2, 3, 5, 6].	Existe una marcada correlación entre dureza y resistencia. Una prótesis puede resistir en cierta medida las presiones por objeto de masticación, pero, al ser dura puede impactar sobre los tejidos y piezas dentales provocando daño o dolor. A su vez, la dureza de una prótesis no evita su posible fractura, más aún, el hecho de que sea mucho más dura pero no resista a la flexión la hace más vulnerable a las condiciones a la que es expuesta [38].
Pigmentación	La decoloración de las estructuras de PEEK no se ha observado hasta el momento. Este material ofrece una excelente resistencia y su cualidad para obtener un óptimo pulido, así como su escasa propensión a la formación de placa, el PEEK es especialmente adecuado para la fabricación de prótesis de alta calidad [6].	En el mercado podemos encontrar diferentes materiales para la confección de estructuras de prótesis parcial removible: cromo-cobalto, cromo-berilio y níquel. Una de las desventajas del Cromo-cobalto debido a que es un metal no pigmenta, pero dicho metal se corroe [60].
Estética general	Su color es blanco, por lo que posee una gran estética y posibilidad de personalización. Su insolubilidad en agua hace que sea un material biocompatible, ideal para pacientes alérgicos. Además, es un material que no presenta corrosión, esto quiere decir que no se degrada a causa de la saliva, el pH ácido, los alimentos o bebidas que consumamos, la placa bacteriana [7].	La exhibición estéticamente inaceptable de los retenedores metálicos, el aumento de peso de la prótesis, el posible sabor metálico y las reacciones alérgicas a los metales lideran a la introducción de una serie de materiales termoplásticos en la práctica clínica diaria. Limitaciones estéticas por los retenedores (ganchos) de la estructura metálica. Incomodidad al tacto de la lengua con el metal. Pacientes alérgicos al metal [1].

Factores	Prótesis removible con PEEK	Prótesis removible con material convencional (cromo-cobalto)
Calidad	El PEEK muestra algunas ventajas en comparación a las aleaciones tradicionales y a los materiales dentales cerámicos. La calidad de la superficie depende de varios parámetros (tipo de pulidor, velocidad, presión de contacto, medios circundantes y calidad de la superficie) y sobre cuánto desgaste abrasivo se pretende de las superficies del material de restauración [58].	La elaboración de las estructuras coladas que soportan las prótesis parciales removible. Las fallas que se presentan durante el proceso de colado y acabado de la estructura dan origen a defectos de superficie que afectan las propiedades mecánicas de estas prótesis.  Los efectos principales son: defectos macroscópicos tales como: poros, grietas, desniveles, colados incompletos y fragilidad. Defectos microscópicos tales como daños en la microestructura del colado, solubilidad de los metales, tamaño de grano no uniforme, huecos en la estructura atómica, o bien átomos no alineados en un mismo plano [61].
Elasticidad	La elasticidad y la flexión del PEEK, considerando que ya había aplicaciones en odontología y se había al menos determinado su biocompatibilidad pero que no se conocía el comportamiento físico-mecánico de este material. Sin embargo, hay pocos estudios sobre el material en el área de la odontología arrojando resultados favorables en la aplicabilidad clínica módulo elástico 4Gpa [1]	Las aleaciones de cobalto cromo tienen excelentes propiedades mecánicas. El módulo elástico, el límite proporcional y el límite elástico son los más altos de todas las aleaciones utilizadas en odontología, lo cual significa que son aleaciones rígidas, no se deforman permanentemente por acción de tensiones mecánicas, la alta elongación y la resistencia a la tracción, y garantizan que los ganchos de una prótesis parcial removible no se fracturen con el uso. Módulo elástico 200Gpa [36].
Fuerza de la compresión	Las propiedades mecánicas de los materiales implementados convencionalmente en prótesis, se observa que en general el material PEEK tiene valores similares al hueso cortical [56].	Las fueras a la compresión es más nociva en los tejidos, si no se realizan preparación de apoyos, e impresiones exactas funcionales del reborde.

**Fuente:** elaboración propia con base en los referentes

Es nocivo si no hay preparaciones, apoyos y bases adaptadas definiendo los límites de los ecuadores tisulares.

Este análisis comparativo se puede resumir de la siguiente manera:

Eficacia: es más eficaz el PEEK que el cromo – cobalto como material para la prótesis removible porque permite la combinación con otros materiales y contribuye a disminuir el estrés evitando reabsorciones y daños futuros [1], mientras que los iones liberados por el cromo-cobalto afectan la estructura celular, producen inflamación y alergias.

Resistencia a fuerzas masticatorias: es más dura la prótesis removible con cromo-cobalto, afectando no solo la encía, sino que presenta posibilidad de fracturarse. Mientras el PEEK tiene una elevada resistencia y flexibilidad.

Pigmentación: no se ha observado hasta el momento decoloración de las prótesis con PEEK, el cromo-cobalto debido a que es un metal no pigmenta, pero dicho metal se corroe.

Estética general: las prótesis con PEEK poseen una gran estética, mientras las de cromo – cobalto son estéticamente inaceptables, porque se nota el metal, es pesado y produce reacciones alérgicas.

Calidad: la calidad del PEEK es superior a la del cromo -cobalto, este último tiene defectos macroscópicos como se especifica en la tabla.

Elasticidad: ambos materiales presentan elasticidad y flexión.

Fuerza de la compresión: la del cromo – cobalto es superior a la del PEEK.

## 8. CONCLUSIONES

- El poliéter éter cetona – PEEK es reconocido a nivel internacional como un biomaterial que puede ser usado en odontología, países como Alemania, España, India, USA, Ecuador, entre otros, no solo han investigado, sino que han experimentado con el material, lo que los ha llevado a concluir que sus propiedades son óptimas para su uso. Es resistente a la formación de la placa bacteriana, conserva sus propiedades mecánicas a altas temperaturas (500°C), permite un excelente pulido, posee dureza y resistencia comparable al acero inoxidable, tiene marcada resistencia al agrietamiento por tensión, fricción y torsión. En la actualidad, se considera el material más biocompatible y menos tóxico para la cavidad bucal. Se encuentra en gránulos, polvo o polvo ultrafino, y generalmente se procesa mediante inyección con el procedimiento CAD- CAM empleando una fresadora.
- La eficacia del PEEK en prótesis parcial removible, no solo es alta, sino que se puede combinar con otros materiales para mejorar sus propiedades; presenta gran resistencia y propiedades elásticas similares a la de los huesos humanos, no se ha detectado decoloración de las estructuras de PEEK, su color es blanco, muy similar al color del diente natural, es un material biocompatible, ideal para pacientes alérgicos.
- El PEEK muestra algunas ventajas en comparación a las aleaciones tradicionales y a los materiales dentales cerámicos. Sus ventajas son evidentes en casi todos los factores analizados (eficacia, resistencia a fuerzas masticatorias, pigmentación, estética general, calidad y elasticidad); solo en fuerza de la compresión es superior a la de prótesis de cromo – cobalto.'

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Naresh, K. Análisis in vitro de la elasticidad y la flexión del PEEK. Tesis, Universidad Complutense de Madrid, Máster en Ciencias Odontológicas, Madrid, 2018. Recuperado de file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/TRABAJO%20FIN%20DE%20M%C3%81STER [426].pdf
- [2] Stawarczyk B., Beuer F., Wimmer T., Jahn D., Sener B. y Roos M. ¿Polyetheretherketone-a suitable material for fixed dental prostheses?, *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, vol. 101, nº 7, pp. 1209-16, 2013.
- [3] Najeeb S., Zafar M. S., Khurshid Z. y Siddiqui, F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res*, vol. 60, nº 1, pp. 12-19, 2015.
- [4] Schwitalla A. D., Spintig T., Kallage I. y Muller W. D. Flexural behavior of PEEK materials for dental application. *Elsevier*, vol. 31, nº 17, p. 7, Agosto 2015.
- [5] Sinha N., Gupta N., Mahendranadh K. y Shastry M. Versatility of PEEK as a fixed partial denture framework. *The Journal of the Indian Prosthodontic Society*, vol. 17, nº 1, p. 80–83, 2017.
- [6] Salazar M. R. Resistencia a la tracción del Poliéter-Éter-Cetona (PEEK) sometido a diferentes tipos de tratamiento de superficie en la cementación de coronas Quito, Tesis, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Odontología. Instituto Superior de Investigación y Posgrado, Quito, 2017.
- [7] Zoidis P., Papathanasiou I. y Polyzois G. The Use of a Modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an Alternative Framework Material for Removable Dental Prostheses. *J Prosthodont*, nº 7, pp. 580-584, 2015.

- [8] Fluorten, «PEEK Natural,» 2011. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.fluorten.com.ar/index.php/es/materiales-3/peek-natural>.
- [9] Restrepo O. y Ardila C. Reacciones adversas ocasionadas por los biomateriales usados en prostodoncia. *Avances en Odontoestomatología*, vol. 26, nº 1, pp. 19-30, 2010.
- [10] Keul C., Liebermann A., Schmidlin P. R., Roos M., Sener B. y Stawarczyk B. Influencia de la modificación de la superficie de PEEK en las propiedades de la superficie y la resistencia de la unión a los compuestos de resina de recubrimiento. *J Dent.*, vol. 42, nº 9, pp. 1105-1114, Agosto 2014.
- [11] Rodríguez D. y Arroyo G. Usos del PEEK en prótesis dental, Inmaculada Partal Lorente. Tesis, Universidad de Sevilla, Programa de Odontología, España, 2016. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/TFG%20INMACULADA%20PARTAL.pdf> España, 2016.
- [12] Katnika R., Jhonn E.y Kumari S. A peek into peek-an innovative biomaterial, Prostodontics. India, 2018.
- [13] Hada T., Suzuki T., Minakuchi S. y Takahashi H. Reducción de la deformación completa de la dentadura postiza usando material de marco fabricado por sistemas de diseño y fabricación asistidos por computadora. *Elsevier*, vol. 103, Marzo 2019.
- [14] Tekin S., Cangül S., Adıgüzel Ö.y Değer Y. Áreas for use of PEEK material in dentistry. *International Dental Research*, vol. 8, pp. 2-8 , 11 Mayo 2018.
- [15] Chen X., Mao B., Zhu Z., Yu J., Lu Y., Zhang Q., Yue L. y Yu H. Un análisis tridimensional de elementos finitos de la función mecánica para 4 diseños de prótesis parciales removibles con 3 materiales de armazón: CoCr, aleación Ti-6Al-4 y PEEK. *Elsevier*, vol. 9, nº 1, Diciembre 2019.

- [16] Saja M., Hatton P., Johnson A., Sereno N. y Wood D. Determination of Polyetheretherketone (PEEK) mechanical properties as a denture material. *The Saudi Dental Journal*, vol. 31, nº 3, pp. 382-391, July 2019.
- [17] Sadek S. A. Comparative Study Clarifying the Usage of PEEK as Suitable Material to Be Used as Partial Denture Attachment and Framework. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, vol. 7, nº 7, p. 1193–1197, 15 April 2019.
- [18] Calvo M. P. Calidad geométrica en el mecanizado de superficies en polieterétercetona (PEEK) para aplicación en implantes individualizados Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Bogotá, Colombia.
- [19] Sáez R., Carmona M., Jiménez Z. y Alfaro X. Cambios bucales en el adulto mayor *Rev Cubana Estomatol*, vol. 44, nº 4, Oct.-dic 2007.
- [20] Velasco E., Monsalve L., Jiménez A., Segura A., Egea J. J., Matos N. y Moreno J. El tratamiento con implantes dentales en los pacientes adultos mayores. *Av Odontoestomatol*, vol. 31, nº 3, pp. 217-229, 2015.
- [21] Esquivel R. y Jimenez J. Efecto de la utilización de prótesis dentales en la percepción de salud bucal. *Revista ADM*, vol. 69, nº 2, pp. 69-75, Marzo-abril 2012.
- [22] Asociación Dental Americana -ADA. La Prótesis (Dentadura) Dental, 2019 . [citado el 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.mouthhealthy.org/es-MX/az-topics/d/dentures-partial>.
- [23] Sanitas. Prostodoncia. 2019. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/salud-dental/prostodoncia.html>.
- [24] Cirilo J. P. Factores que influyen en el uso de prótesis parcial removible en pacientes del servicio de estomatología del Hospital Nacional Arzobispo Loayza. Lima, Perú, 2017. Tesis de doctorado, Universidad nacional Mayor de San Marcos, Facultad de odontología, Lima, Perú. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6725/Cirilo\\_jj](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6725/Cirilo_jj).

pdf?sequence=2&isAllowed=y

- [25] Applegate. Clasificación Kennedy. 1960. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/227220205/En-1954-Applegate-Elaboro-Ocho-Reglas-Para-La-Clasificacion-de-Kennedy>.
- [26] Rivera J. M. Frecuencia y clase de edentulismo parcial según la clasificación de Kennedy en pobladores residentes del A.A.H.H “Sol Naciente” del Distrito de Caraballo-Lima en el Año 2005”. Lima-Perú. 2019. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de: <https://rehabilitacionoralblog.wordpress.com/2017/08/02/clasificacion-de-edawrd-kennedy-reglas-de-applegate/>.
- [27] Loza D.y Valverde H. R. Diseño de Prótesis Parcial Removible. Madrid, Ed. Ripano, 2007.
- [28] Miller E. Prótesis Parcial Removible. México, Ed. Interamericana, 1975.
- [29] Jorge J. H., Giampaolo E., Vergani C., Machado A., Pavarina A. y Cardoso de Oliveira M. Clinical evaluation of abutment teeth of removable partial denture by means of the Periotest method. *J of Oral Rehabilitation*, 2007.
- [30] Saito M., Notani K., Miura Y. y Kawasaki T. Complications and failures in removable partial dentures: a clinical evaluation. *Journal of Oral*, 2002.
- [31] Waghorn S. y Kuzmanovic D. Technique for preparation of parallel guiding planes for removable partial dentures. *J Prosthet Dent*, 2004.
- [32] Vanzeveren C., D’Hoore W., Bercy P.y Leloup G. Treatment with removable partial dentures: a longitudinal study. Part I. *J of Oral Rehabilitation*, nº 30, pp. 447- 458, 2003.
- [33] Sandu L.y Faur B. Finite element stress analysis and fatigue behavior of

cast circumferential clasps. *J Prosthet Dent*, nº 37, pp. 39- 44, 2007.

- [34] Haro D. F. Tipos de materiales utilizados para la confección de las prótesis removibles de pacientes mayores de 30 años en la ciudad de Quito. Trabajo de grado, Universidad de las Américas de Ecuador, Facultad de Odontología, Quito. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6102/1/UDLA-EC-TOD-2016-90.pdf> Quito, 2016.
- [35] Flórez A., González A., Kuk H., Romero J. C. y Henao D. Determinación del módulo de Young en aleaciones de cobalto-cromo nuevas y reutilizadas, coladas en centrífuga convencional y por inducción, enero 2008, volumen 27, numero 59, Bog. *Univ Odontol*, vol. 27, nº 59, Enero-diciembre 2008.
- [36] Morenza N., Fernández O. y Gil F. J. Estudio comparativo entre las aleaciones cromo-níquel, cromo-cobalto y titanio para su aplicación en prótesis odontológica. 9 Marzo 2009. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de: <https://gacetadental.com/2009/03/estudio-comparativo-entre-las-aleaciones-cromo-nquel-cromo-cobalto-y-titanio-para-su-aplicacin-en-prtesis-odontolgica-31583/>.
- [37] INDENSA. Material cromo – cobalto. 2020. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de: <https://www.indensa.com/?p=4368>.
- [38] González C. J. En prótesis parcial removible de vía de carga dentaria ¿es posible eliminar los retenedores de las piezas pilares anteriores? Estudio in vitro. Trabajo de grado, Universidad de Chile, Facultad de Odontología Departamento de Prótesis, Santiago de Chile, 2009. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/134873/En-pr%C3%B3tesis-parcial-removible-de-v%C3%ADa-de-carga-dentaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [39] 3R3D Technology Materials S.L. - 3R3DTM, «PEEK : ¿Por qué los plásticos avanzados son la clave para la impresión de piezas?,» 11 Abril 2019. [citado el 4 de agosto de 2019]. Recuperado de <https://www.3r3dtm.com/2019/04/11/peek-por-que-los-plasticos-avanzados-son-la-clave-para-la-impresion-de-piezas.html>.

- [40] UNAM, «Tecnología en la Facultad de Odontología (CAD-CAM),» 2017 . [citado el 14 de diciembre de 2019]. Recuperado de <http://www.odonto.unam.mx/es/tecnologia-en-la-facultadde-odontologia-cad-cam-0>.
- [41] Bezzon O., Mattos M. y Ribero R. Surveying removable partial dentures: The importance of guiding planes and path of insertion for stability. *J Prosthet Dent*, nº 78, pp. 412- 418, 1997.
- [42] Santana U. y Mora M. J. An esthetically attractive twin- flex clasp for removable partial dentures. *J Prosthet Dent*, nº 80, pp. 367- 70, 1998.
- [43] Ministerio de Salud - MINSALUD. IV Estudio nacional de salud bucal. 2014.
- [44] MINSALUD. IV Estudio nacional de salud bucal ENSAB IV para saber cómo estamos y saber qué hacemos Situación de Salud Bucal. Bogotá, 2012 .
- [45] Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Marzo 2017. [citado el 4 de noviembre de 2019]. Recuperado de <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>.
- [46] Ministerio de Salud. *Resolución 8430 de 1993*. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá, Colombia.
- [47] Congreso de Colombia, *Ley 35 del 8 de marzo de 1989*. Sobre ética del odontólogo colombiano. Bogotá, Colombia. Bogotá, 1989.
- [48] Tecnología de los plásticos. 2011.
- [49] Cañadas D. y Arroyo G. Usos del PEEK en Prótesis Dental. Sevilla, España, 2016.

- [50] BredentGroup. Bredent GmbH & Co. 2013. [citado el 14 de diciembre de 2019]. Recuperado de: [www.bredent.com/es/bredent/download/27229/](http://www.bredent.com/es/bredent/download/27229/).
- [51] Dental Tribune. PEEK, un nuevo material de CAD/CAM. *Dental Tribune the World's Dental Newspaper Hispanic and Latin America Edition*, vol. 11, nº 12, 2014.
- [52] Schwitalla A., Spintig T. y Kallage I. Pressure behavior of different PEEK materials. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, vol. 22, nº 54, pp. 295-304, Octubre 2015a.
- [53] Eggber D., Bibb R. y Evans P. Hacia la identificación de los requisitos de especificación para el diseño digital de prótesis con anclaje óseo que incorpora la fabricación de la subestructura: un estudio piloto. *Rev Int Prot Est*, vol. 8, nº 4, pp. 374-379, 2006.
- [54] Keul C., Liebermann A., Schmidlin P. R., Roos M., Sener B. y Stawarczyk B. Influence of PEEK surface modification on surface properties and bond strength to veneering resin composites. *J Adhes Dent*, vol. 16, nº 4, pp. 383-392, 2014.
- [55] BEGO, «Aleaciones no nobles para metalo-cerámicas» 2020. [citado el 14 de diciembre de 2019]. Recuperado de: <https://erp.somuden.es/folleto/069-7.pdf>.
- [56] Bacca A., Forero O. y Castro F. Comportamiento mecánico de muestras PEEK, procesadas por extrusión y FDM. Tomoguide SAS, 2017.
- [57] Partal I. Usos del PEEK en Prótesis Dental. 2016.
- [58] Díaz A. Estudio in vitro de la capacidad de retención de un nuevo complejo retentivo estético: circunferencial palatino en prótesis 146 removible. Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Facultad de Odontología, Santiago de Chile. 1994.
- [59] Parmigiani J. M. Peek, alternativa a aleaciones metálicas en la boca. Odontología sin metal. 15 Mayo 2015. [citado el 14 de diciembre de 2019]. Recuperado de: <https://www.maxillaris.com/foro-20150505-Peek-alternativa-a-aleaciones-metalicas-en-la-boca-Odontologia-sin->

metal.aspx.

- [60] Giraldo O. L. Metales y aleaciones en odontología. *Revista Facultad de Odontología*, vol. 15, nº 2, 2004.
  
- [61] Mosquera J., Pineda S. E., Vélez C. y Restrepo S. Caracterización de defectos de superficie en estructuras coladas para prótesis dentales en aleación de cobalto cromo. *Rev. Nac. Odontol.*, vol. 13, nº 24, pp. 55- 63, 2017.
  
- [62] Hernández R., Fernández C. y Baptista P. Metodología de la investigación, Quinta ed., México: McGraw Hill, 2010.

