

# CAPÍTULO 2

## Materiales de construcción (titanio, zirconio, Peek)

*Emilio Amaro*

### TITANIO

#### ¿Cómo se descubrió el TITANIO?

En 1791 William Gregor, un químico, paseaba por el cauce de un río cuando notó que la arena negra de la orilla del río que era atraída a magnetos; decidió investigar esa arena y así descubrió un nuevo metal llamado ILMENITA. Procedió a estudiar las propiedades de este material y logró extraer hierro utilizando ácido hidrocórico. El residuo era un polvo de un metal que no lograba identificar.

Este extraño metal fue descubierto simultáneamente en la misma década 1795 por Martin Klaproth, quien nombró el material como TITANIO en honor de los titanes griegos.

El titanio es un elemento muy popular en diferentes aplicaciones, principalmente por su alta fuerza específica por su densidad, en pocas palabras, que tanto puede resistir por unidad de peso. El titanio es un 60% más denso que el aluminio, pero el doble de fuerte. El titanio es un elemento común pero muy costoso debido a un complejo proceso de refinamiento del elemento.

#### Cómo se obtiene

El titanio se encuentra principalmente como dióxido de titanio, una molécula de titanio unida a dos de oxígeno. En la década del cuarenta se desarrolló el proceso que permite el refinamiento del material, este proceso es conocido como proceso de Kroll y consiste en la transformación del dióxido de titanio en cloruro de titanio. Luego el segundo paso es limpiar el cloruro de titanio de cualquier impureza mediante una destilación, de ahí pasa a un contenedor con magnesio líquido y en las condiciones adecuadas de temperatura y presión se produce una reacción de reducción formándose titanio y cloruro de magnesio, esto puede tardar hasta 4 días. Finalmente, mediante otro proceso de destilación se remueve el cloruro de magnesio dejando atrás al TITANIO puro.

## Características y propiedades

Dado que se trata de un material que se encuentra en forma de óxidos o junto a otros minerales, el titanio no se puede obtener en estado puro en la naturaleza.

El titanio es uno de los metales más resistentes y ligeros conocidos.

Dadas sus propiedades similares a la de otros elementos, se le considera como un metal de transición, encontrándose en el bloque “d” de la tabla periódica.

En estado puro, se puede apreciar su color plateado grisáceo.

Su naturaleza de baja conductividad térmica y eléctrica, junto con su baja densidad con respecto a otros metales, lo hacen sumamente útil para industrias como la aeronáutica, en la medicina para implantes, etc.

A pesar de que se trata de uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, los depósitos de más importancia se encuentran en unos cuantos países como Australia, Sudáfrica, Canadá, India y China.

### Propiedades físicas

Su punto de ebullición es de 3287° C.

Su punto de fusión es de 1668° C.

Es un metal refractario, es decir, resiste temperaturas extremas sin llegar a descomponerse.

Organolépticamente, el titanio presenta una coloración blanca-plateada, es duro, de textura metálica e inodoro.

El titanio se encuentra en estado sólido de forma natural. Esto, cuando está sometido a temperaturas y presiones normales.

Presenta una baja conductividad térmica y eléctrica.

Es un metal no ferromagnético, su estructura no le permite imantarse.

Densidad de 4507 kg/m<sup>3</sup>.

Presenta un índice de 6 en la escala de dureza de Mohs.

### Propiedades químicas

Los estados de oxidaciones más comunes del titanio se obtienen entre los estados -1, +2, +3 y +4.

El titanio en estado puro y el dióxido de titanio tienen baja toxicidad para los seres vivos. Aunque la inhalación del polvo de titanio y el contacto con la piel y los ojos puede irritar el tejido.

Se oxidan lentamente al ser sometido a altas elevadas temperaturas (superiores a los 600° C).

Presenta una alta resistencia a la corrosión.

A nivel atómico, posee 22 protones, 22 electrones y 26 neutrones.

### Propiedades mecánicas

Es un material sumamente dúctil, de gran resistencia y rigidez, propiedades atractivas para diversas industrias.

## Usos y aplicaciones

El titanio posee múltiples propiedades que lo hacen especialmente atractivo por sobre los demás metales, haciéndolo rentable tanto para actividades científicas como comerciales.

Una de las aplicaciones más frecuentes de este elemento, es la de producir dióxido de titanio, compuesto ampliamente utilizado como pigmento blanco para diversos alimentos y productos como los plásticos, dentífricos, papel, etc.

Su capacidad para refractar y soportar la luz solar, lo hace el componente por excelencia para la fabricación de pinturas y esmaltes protectores. Aun así, los beneficios que garantiza utilizar este material, se han aprovechado en muchas áreas:

**Transporte:** Todas las bondades que ofrece este material, como lo son su alta resistencia a las fuerzas, corrosión y resistencia a la temperatura, lo transforman en un material idóneo para fabricar todo tipo de vehículos de transporte, en especial, para aeronaves, tanto para armazones y cubiertas como para componentes de los motores.

Utilizado también como pigmento blanco para diversos alimentos y productos como los plásticos, dentífricos, papel, etc.

**Accesorios deportivos:** Dada su baja densidad y gran rigidez, muchos atletas prefieren nuevas aleaciones de titanio para aumentar al máximo el rendimiento, por lo que es implementado para fabricar elementos de bicicletas, raquetas, palos de golf, etc.

Se puede encontrar en como utensilios de cocinas, cuchillos para buzos, armas de fuego y vehículos de combate.

**Tecnología y medicina:** Puede usarse como componente protector de laptops, para la fabricación de intercambiadores de calor y para diseñar implantes médicos e implantes dentales.

## Zirconio

El zirconio fue descubierto en 1789 por el químico alemán Martin Kalproth que analizó una muestra de jargón (una variación del zircón) procedente de Sri Lanka. Sin embargo, fue el químico sueco Jöns Berzelius quien logró aislarlo en estado impuro en 1824, por primera vez.

El zirconio es un metal de color blanco grisáceo y brillante, duro y resistente a la corrosión.

Superficialmente es muy parecido al acero, siendo más ligero que esta aleación del hierro.

Su dureza se asemeja a la del cobre.

Es un metal resistente a la corrosión.

Químicamente es muy similar al hafnio y, en menor medida, al titanio.

El zirconio en polvo es altamente inflamable, pero en estado plenamente sólido es menos propenso a entrar en ignición.

Al zirconio no se le conoce ningún rol biológico.

Existen 5 isótopos de zirconio que se originan en la naturaleza, siendo todos estables. El isótopo  $^{90}\text{Zr}$  representa el 51,45% del zirconio hallado en la corteza terrestre. Por otra parte, se han sintetizado 28 isótopos artificiales del zirconio.

El zirconio es el 18° elemento más abundante en la corteza terrestre, encontrándose principalmente como componente del zircón ( $\text{ZrSiO}_4$ ) y en general en rocas silíceas intrusivas, como el granito. También se halla en los minerales baddeleyita, kosnarita, eudialita, entre otros.

### **Propiedades físicas**

Su punto de fusión es  $1855\text{ }^\circ\text{C}$  y su punto de ebullición es  $4371\text{ }^\circ\text{C}$ .

Organolépticamente, es un metal duro, lustroso, de un color blanco plateado e inodoro.

A temperatura ambiente se encuentra en estado sólido.

Su densidad es de  $6501\text{ kg/m}^3$ .

Su dureza en la escala de Mohs es de 5.

Es un metal paramagnético.

El zirconio es superconductor por debajo de los  $-272,6\text{ }^\circ\text{C}$ . Sus aleaciones con zinc son magnéticas por debajo de los  $-238,75\text{ }^\circ\text{C}$ . En especial, el  $\text{ZrZn}_2$  exhibe superconductividad y ferromagnetismo al mismo tiempo.

Relativamente es un buen conductor térmico.

Baja sección eficaz en la captura de neutrones.

### **Propiedades químicas**

Posee los estados de oxidación -2, 0, +1, +2, +3 y +4.

En la práctica no es reactivo a temperatura ambiente, porque forma una capa de óxido en su superficie, que lo vuelve pasivo y le da su brillo característico.

No es un metal tóxico.

Reacciona con las bases acuosas. Al rojo vivo reacciona con el oxígeno y el nitrógeno. A presión elevada reacciona con el oxígeno a temperatura ambiente.

Resiste la corrosión de bases alcalinas, ácidos, agua salada y otros agentes corrosivos.

Se disuelve en ácido fluorhídrico, y en ácido hidroc্লórico y sulfúrico, sobre todo sí hay presencia de fluoruros.

Atómicamente, está conformado por 40 electrones, 52 neutrones y 40 protones.

Su nube electrónica oscila en 5 niveles energéticos.

### **Propiedades mecánicas**

En estado puro es un metal dúctil y maleable, por lo que puede laminarse y forjarse fácilmente.

## Usos

La mayor parte del zirconio producido se emplea en procesos de alta temperatura de la industria química, siendo usado para conferir un color blanco opaco a las cerámicas. Este material también es usado como componente de moldes de fundición, en materiales abrasivos, entre otros.

El zirconio metálico se usa para producir aleaciones resistentes a entornos agresivos. La aleación zircaloy es usada en reactores nucleares. Incluso, también es usado como combustible nuclear en reactores TRIGA, al formar parte del hidruro de zirconio de uranio.

En la industria aeroespacial, el zirconio metálico y el óxido de zirconio se utilizan para fabricar vehículos de alta resistencia térmica. Además, componentes de motores de jets y de turbinas de gas estacionarias son recubiertos con capas cerámicas de zirconia ( $ZrO_2$ ) e itria ( $Y_2O_3$ ).

Adicionalmente, el zirconio es usado en forma aleada con el níquel, con el zinc y con el niobio. Las aleaciones de zirconio-níquel son usadas en válvulas, bombas, tuberías e intercambiadores de calor.

Las aleaciones con niobio son superconductoras a baja temperatura, siendo usada para construir imanes superconductores.

El zirconio también es utilizado en tubos de vacíos, como componente de explosivos, en bombillas de flash, en filamentos de lámparas, como gema artificial, en lociones, en materiales anti-transpirantes, etc.

En medicina, compuestos de zirconio se emplean en implantes dentales, prótesis dentales, prótesis de caderas y pies, reconstrucción de la cadena de huesecillos del oído medio, entre otros.

En el universo, las estrellas de tipo S son relativamente ricas en zirconio. Además, se ha detectado circonio en el Sol y en meteoritos. Además, se ha detectado óxido de zirconio en rocas lunares traídas por las misiones Apolo.

## Obtención

El zirconio se obtiene como residuo de la minería de minerales de titanio (ilmenita y rutilo) y de estaño, de los cuales se extrae el zircón.

El zircón es recolectado de las aguas costeras en forma de arena, para luego ser purificado por medio de concentradores de espiral. Estos concentradores eliminan los componentes más ligeros, los cuales son regresados al mar.

Posteriormente, por medio del proceso de separación magnética se eliminan los minerales de titanio.

Ahora para producir zirconio metálico mayormente se ejecuta el proceso de Kroll con el fin de reducir cloruro de zirconio (IV) con magnesio metálico. Este proceso de síntesis finaliza una vez el metal ha adquirido la suficiente ductilidad y maleabilidad.

## Quién lo descubrió

El zircón y sus variaciones minerales eran ampliamente conocidas en la edad antigua, siendo mencionado en algunos pasajes de la Biblia. No obstante, no se tiene constancia de que algún antiguo haya hipotetizado la existencia de un nuevo elemento

Desde el punto de vista comercial, el zircón es su mineral más importante. El zirconio y hafnio son prácticamente indistinguibles en sus propiedades químicas, y sólo se les encuentra juntos.

El mayor empleo del zirconio corresponde a sus compuestos para la industria cerámica: refractarios, vidriados, barnizados, moldes fundidos y arenas abrasivas, componentes de cerámica eléctrica. La incorporación del óxido de zirconio al vidrio incrementa significativamente su resistencia a los álcalis. El zirconio metálico se utiliza casi exclusivamente para el revestimiento de los elementos combustibles de uranio en las plantas nucleares. Otra aplicación significativa es la de los flashes fotográficos.

El zirconio es un metal lustroso, plateado, con una densidad de 6.49 g/cm<sup>3</sup> a 20°C. Se funde cerca de los 1852°C. Se estima que su punto de ebullición es a los 3580°C, pero ciertas observaciones sugieren que es cerca de los 8600°C. Las energías libres de formación de sus compuestos indican que el zirconio reaccionaría sólo con cualquiera de los no metales, excepto los gases inertes, a temperaturas comunes. En la práctica, se ha comprobado que el metal no es reactivo a la temperatura ambiente, porque se forma una capa de óxido invisible en la superficie. La capa hace que el metal sea pasivo, y permanece con brillo al aire indefinidamente. A temperaturas elevadas es muy reactivo con elementos no metálicos y muchos de los elementos metálicos, y forma compuestos sólidos y en solución.

Las pruebas de manejo del zirconio realizadas muestran que no tiene toxicidad. Generalmente no produce consecuencias el contacto con sus compuestos, aunque algunas personas son alérgicas a ellos. Esa alergia se manifiesta por la aparición de granulomas no malignos. La inhalación de aspersores que contienen ciertos compuestos y polvos metálicos de zirconio tiene efectos inflamatorios.

La reciente gran demanda de materiales más biocompatibles y libres de metales, sumado al aumento de la sensibilidad y las alergias a las aleaciones metálicas, está contribuyendo a buscar e investigar el desarrollo de nuevos materiales. Muchos investigadores consideran la cavidad oral un medio potencialmente corrosivo por el uso de diferentes aleaciones en las restauraciones, los implantes dentales y las prótesis fijas y removibles, así como por la ortodoncia. Entendiendo por corrosión la degradación de un metal a causa de la acción del ambiente en que está inmerso, observamos que el pH ácido y las proteínas de la saliva, las bebidas gaseosas, los ácidos de frutas, la placa bacteriana, los fluoruros, etc. actúan como agentes potenciadores para la corrosión galvánica de los metales en la boca.

En la literatura científica está sobradamente demostrado que los iones metálicos liberados en la boca pueden producir afectación de la estructura celular, alteración de la función celular (permeabilidad de la membrana y actividad enzimática), alteración inmunitaria e inflamatoria, efectos

alérgicos y alteración del material genético. Debido a las propiedades biomecánicas, en la actualidad se siguen utilizando en la fabricación de estructuras de prótesis dentales, tanto removibles como fijas, aleaciones de oro colado y cromo-cobalto colado o fresado, así como de titanio.

En la última década, el dióxido de zirconio ha permitido, con la ayuda de la técnica de Cad-Cam, realizar gran parte de las construcciones de prótesis dentales, relegando a las aleaciones metálicas. Si bien es cierto que es un material más biocompatible en relación a las aleaciones metálicas, sus propiedades mecánicas en la realización de trabajos de prótesis sobre implantes dentales suponen un compromiso a largo plazo por su elevado módulo elástico.

El desarrollo de nuevos e innovadores materiales, como los polímeros de alto rendimiento (PEEK), abre un amplio abanico terapéutico en prótesis sobre implantes. Se presentan como materiales alternativos a las aleaciones metálicas y de circonio en la fabricación de estructuras, aditamentos y prótesis de sustitutos dentales fijos y removibles.

## **PEEK, polímero de alta densidad**

El material PEEK (poliéter-éter-cetona) es un polímero termoplástico semicristalino lineal aromático, que posee propiedades biológicas y mecánicas que permiten su aplicación clínica.

Destaca tanto por sus propiedades altamente biocompatibles como biomecánicas.

Estas serían:

- Químicamente resistente e inerte a la mayoría de los ácidos y las bases.
- Conserva sus propiedades mecánicas a altas temperaturas (500°C).
- Excelente pulido, por lo que no adhiere placa bacteriana.
- Dureza y resistencia comparable al acero inoxidable.
- Más ligero, más eficaz y menos costoso que cualquier aleación metálica o de zirconio.
- Marcada resistencia al agrietamiento por tensión, estrés, fricción y torsión.
- Puede soportar hasta 3.000 ciclos de esterilización en autoclave (ISO11357: 343°C).
- Es radiolucido, 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 densidad (ISO 1183: 1,32 g/cm<sup>3</sup>).
- 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.

## Obtención

El PEEK es un polímero termoplástico semicristalino e incoloro que ofrece una combinación única de altas propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura y excelente resistencia química. Por el conjunto de sus características distintivas es un material adecuado para aplicaciones que requieren altas prestaciones mecánicas bajo condiciones extremas de temperatura, agresividad química o alta energía radiante. Consecuentemente es empleado en todas las industrias en general, y más aún en los sectores de alta tecnología, como los de la industria aeroespacial, nuclear, química, eléctrica y alimenticia.

El PEEK se obtiene mediante policondensación de bisfenolato con dihaluros activados en presencia de una base. Una reacción típica de obtención es la de 4,4-difluorobenzofenona con la sal disódica de hidroquinona, que se genera in situ mediante desprotonación con carbonato de sodio. La reacción se lleva a cabo alrededor de 300°C en disolventes polares apróticos, como difenilsulfona.

## Utilidades

El poliéter éter cetona (PEEK) es un polímero orgánico termoplástico incoloro utilizados en aplicaciones de ingeniería, que ofrece una combinación única de altas propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura y excelente resistencia química.

Por el conjunto de sus características distintivas es un material adecuado para aplicaciones que requieren altas prestaciones mecánicas bajo condiciones extremas de temperatura, agresividad química o alta energía radiante.

Consecuentemente es empleado en todas las industrias en general, y más aún en los sectores de alta tecnología como los de la industria aeroespacial, nuclear, química, eléctrica y alimenticia.

Debido a su robustez, el PEEK se utiliza para la fabricación de artículos usados en las aplicaciones más exigentes, incluyendo cojinetes, partes de pistones, bombas, platillos de válvulas de compresores, aros de compresión, aislamiento de cables y piezas de aislación eléctrica. Es uno de los pocos plásticos compatibles con aplicaciones de ultra-alto vacío. El PEEK es considerado un avanzado biomaterial utilizado en los implantes médicos y dentales. Es ampliamente utilizado en la industria aeroespacial, automotriz, electrónica y las industrias de procesos de síntesis químicas.

## Reemplazo de metales

Tiene una resistencia a la tracción próxima a los 100 MPa, como algunas aleaciones no ferrosas, pero con una baja densidad de 1,30 g/cm<sup>3</sup> frente a los 2,8 g/cm<sup>3</sup> de las aleaciones ligeras de aluminio. La combinación de alta resistencia mecánica y baja densidad lo hace un candidato formidable para reemplazar las aleaciones metálicas, permitiendo producir geometrías complejas gracias a la versatilidad de la fabricación aditiva.

## ¿Cuáles son los estados del PEEK?

El PEEK tiene dos estados cristalinos diferentes:

**Amorfa:** reconocible por su color ámbar, se caracteriza por sus cadenas no ordenadas. Se distingue por ser más dúctil y resistente al impacto, pero tiene una temperatura máxima de uso más baja.

**Semicristalino:** reconocible por su "color de piel", tiene propiedades mecánicas y químicas ligeramente mejores, pero presenta un comportamiento más frágil. Es el estado ideal para aplicaciones de muy alta temperatura, ya que puede soportar temperaturas de hasta 250°C.

## Historia de los materiales de los implantes

Los implantes dentales se han utilizado para sustituir los dientes perdidos desde mediados de la década de 1960. Pueden soportar coronas, puentes o incluso prótesis dentales para sustituir uno o varios dientes perdidos. Los implantes son tradicionalmente de titanio, pero se han desarrollado implantes de cerámica, como los de zirconio y PEEK como opciones alternativas.

Los implantes de óxido de aluminio se utilizaron brevemente antes de los de zirconio. A continuación, se introdujeron los implantes de dióxido de zirconio -o zirconio- con propiedades mejoradas como alternativas al titanio sin metales.

### Ventajas y desventajas de los implantes de titanio

Dado que los implantes dentales son cada vez más populares, es importante conocer las opciones disponibles en caso de que necesites uno. Los implantes de titanio han sido el tipo tradicional utilizado porque el titanio es capaz de fusionarse bien con el hueso maxilar humano. Pero con los avances tecnológicos, han entrado en juego nuevos materiales, como el zirconio. A continuación, presentamos los implantes de zirconio y de titanio, así como algunos factores clave que se debe tener en cuenta a la hora de elegir.

### Ventajas de los implantes de zirconio

El zirconio es compatible con los tejidos humanos.

Los implantes de zirconio tienen una baja atracción bacteriana.

Tienen una gran fuerza y una buena resistencia a la fractura.

Aguantan relativamente bien el desgaste y la corrosión.

Como el material se puede colorear fácilmente para que coincida con el diente natural del paciente, tienen una estética excelente, que puede ser especialmente crucial cuando se necesita estética.

### **Ventajas de los implantes de titanio**

Los implantes de titanio pueden venir en variedades de dos piezas, lo cual es útil si se necesitan implantes angulados para corregir su posición.

Se cree que la tasa de fracaso de los implantes de titanio es significativamente menor que la de los implantes de zirconio.

Estos implantes tienen una gran resistencia a la corrosión en la boca y una excelente biocompatibilidad con el hueso y los tejidos de las encías.

### **Ventajas de los implantes de PEEK:**

100% Personalizadas

Conserva sus propiedades mecánicas a altas temperaturas.

Excelente pulido, por lo que no adhiere placa bacteriana.

Dureza y resistencia comparable al acero inoxidable.

Más ligero, más eficaz y menos costoso que cualquier aleación metálica o de zirconio.

Módulo de elasticidad comparable al hueso cortical.

**Diseño digital** se ajusta 100% a la anatomía

En la actualidad, se considera el material más biocompatible y menos tóxico para la cavidad bucal.

### **Inconvenientes de los implantes de titanio**

Aunque es raro, un implante de titanio puede fallar si el paciente tiene una reacción alérgica al metal. Los pacientes con antecedentes de alergia deben someterse a una evaluación de la alergia al metal antes de la colocación de un implante permanente de titanio.

En el caso de los pacientes con ciertas afecciones autoinmunes -como artritis reumatoide, enfermedad de Crohn o diabetes- los iones metálicos liberados por el implante pueden causar inflamación e irritación local.

Si el tejido que rodea al implante es delgado, el metal oscuro puede asomarse, lo que da lugar a una mala estética.

Con un mantenimiento cuidadoso, los implantes dentales pueden funcionar durante muchos años. El 95% de los implantes duran al menos cinco años, pero la mayoría tienen una vida mucho más larga. Para aumentar la vida útil del implante, se debe mantener una rutina de higiene bucal exhaustiva, evitar fumar y acudir a las visitas periódicas al dentista.

### **Inconvenientes de los implantes de zirconio**

Con el tiempo, el material puede deteriorarse y provocar pequeñas grietas.

El material sólo suele estar disponible en implantes de una pieza. Si un paciente necesita un implante de dos piezas, que utiliza un pilar angulado para corregir la alineación, es posible que tenga que elegir una opción de metal.

Si el paciente va a necesitar algún tipo de ajuste tras la colocación del implante, debe evitar el óxido de circonio, ya que el tallado de la superficie del implante puede debilitar su resistencia a la fractura.

Aunque las pruebas son limitadas, los implantes de zirconio pueden presentar mayores tasas de fracaso en comparación con el titanio.

### **Inconvenientes de los implantes PEEK**

En la actualidad el PEEK no presenta ningún inconveniente, las propiedades químicas, físicas y mecánicas del material permiten su uso como reemplazo efectivo y más convenientes de otros materiales.

Hace ya bastantes años que estamos rodeados de la mejor tecnología, técnicas de diseño y fabricación 3D por ordenador que nos dan la posibilidad de fabricar restauraciones, estructuras y otras piezas necesarias utilizando materiales biocompatibles, incluyendo aleaciones, cerámica y polímeros de alto rendimiento. Hasta la fecha, con la mayoría de estos materiales, no podemos procesarlos, y si podemos es con una gran dificultad, utilizando métodos convencionales que no son perfectos.

Las restauraciones sin metal son cada vez más importantes en medicina debido a factores como el aumento de las exigencias estéticas del paciente, la legislación de algunos países y la posible incompatibilidad de materiales. Actualmente, parece que más pacientes quieren evitar la incorporación de un material metálico en la boca o cualquier parte del cuerpo y nosotros, los cirujanos, también seguimos esta tendencia. Los materiales cerámicos cumplen idealmente con los requisitos estéticos, pero también pueden tener desventajas materiales o técnicas en algunos casos. El innovador material PEEK se ha utilizado en la industria durante muchos años y también ha demostrado su éxito en muchas áreas de la medicina. Ahora también está encontrando mayores usos en odontología, cirugía ortognática y facial como resultado directo de la tecnología CAD/CAM.

El PEEK se caracteriza por sus excelentes propiedades mecánicas y químicas. Durante mucho tiempo se ha utilizado para la preparación de diferentes tipos de implantes. Las placas craneales artificiales, los componentes de las articulaciones de los dedos y de la rodilla o los cuerpos intervertebrales (implantes de la columna vertebral) son sólo algunos ejemplos del uso versátil del material en el ámbito de la implantación a largo plazo. Durante varios años, el PEEK también se ha aplicado cada vez más en odontología y cirugía facial debido a su combinación de biocompatibilidad superior y propiedades mecánicas ideales, el material es particularmente atractivo para restauraciones dentales y faciales como pómulos y es ideal para la fabricación de estructuras a medida para cada paciente. En comparación con los materiales tradicionales utilizados anteriormente, el PEEK tiene muchas ventajas. Tiene una alta relación resistencia/peso, tiene propiedades elásticas similares a las del hueso humano, tiene una tasa de corrosión cero, tiene una absorción de agua extremadamente baja y es radiotransparente. Todas estas características lo convierten en el material ideal para el uso de prótesis. Además, en los últimos diez años, no ha habido indicaciones de reacciones alérgicas al material.

## Referencias

- Brum RS, Monich PR, Fredel MC, Contri G, Ramoa SDAS, Magini RS, et al. (2018). Polymer coatings based on sulfonated-poly-ether-ether-ketone films for implant dentistry applications. *J Mater Sci Mater Med* [Internet]. 9 de agosto de 2018;29(8):132. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10856-018-6139-0>
- Schwitalla AD, Zimmermann T, Spintig T, Kallage I, Müller WD.( 2017)Fatigue limits of different PEEK materials for dental implants. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2017;69(December 2016):163-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.12.019>
- Zoidis P. (2018). The all-on-4 modified polyetheretherketone treatment approach: A clinical report. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2018;119(4):516-21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.04.020>