
METALES Y ALEACIONES EN ODONTOLOGÍA*

OLGA LUCÍA GIRALDO R.**

RESUMEN. El conocimiento de los materiales dentales que se utilizan para los trabajos protésicos es una necesidad para los profesionales de la odontología. Los metales son rutinariamente usados en odontología en gran variedad de aplicaciones incluyendo la fabricación de prótesis, coronas temporales y permanentes, bandas de ortodoncia y en restauraciones directas de los dientes. Los metales más usados son: oro, níquel, cobalto, cromo, estaño, aluminio, titanio, hierro, paladio, platino, cobre, plata, vanadio y mercurio. Los tipos de aleaciones para restauraciones protésicas se han incrementado notablemente en los últimos veinticinco años, haciendo que su selección sea muy difícil para una situación clínica dada. Un número de propiedades —incluyendo resistencia, dureza, módulo elástico, fases micro-estructurales, tamaño del grano, corrosión, coeficiente de expansión térmica, óxido y color— son relevantes en la selección apropiada de una aleación. El factor más importante en dicha escogencia es la bioseguridad del paciente. La decisión de la selección de una aleación tiene profundas consecuencias financieras, legales, técnicas, de satisfacción para el práctico y para la salud del paciente.

Palabras clave: metales, aleaciones, propiedades físicas, propiedades químicas, aleación alta nobleza, aleación noble, metal base, bioseguridad.

ABSTRACT. Knowledge of the various dental materials used in Prosthodontics is a paramount necessity for professionals in dentistry. Several metals are routinely used in dentistry for a variety of applications, including the fabrication of dentures, temporary and permanent crowns, orthodontic brackets, and direct tooth restorations. The metals most commonly used are gold, nickel, cobalt, chromium, tin, aluminum, titanium, iron, palladium, platinum, copper, silver, vanadium, and mercury. The different alloys used for prosthetic restoration have notably increased for the past 25 years, thus the choice of a particular alloy for a given clinical situation has become a difficult decision to make. A number of properties, including resistance, hardness, elastic module, micro structural phases, grain size, corrosiveness, thermal expansion coefficient, oxidation and color, are relevant to the appropriate choice of a given alloy, being the patient's bio-safety the most important one. The decision on the selection of one particular alloy has profound health, financial, legal and technical implications, as well as the practitioner's satisfaction and the health of the patient.

Key words: metals, alloys, physical properties, chemical properties, high purity alloy, purity alloy, base metal, bio-safety.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los metales provienen de los minerales. Un mineral es un material que se halla en forma natural y del cual pueden extraerse uno o más metales para su utilización.¹ Los metales son un grupo de elementos químicos que presentan las siguientes propiedades físicas: estado sólido a temperatura normal, excepto el mercurio que es líquido;² opacidad, excepto en capas muy finas; buenos conductores eléctricos y térmicos;² brillantes una vez pulidos y estructura cristalina en estado sólido.¹

Metales y no metales se encuentran separados en el sistema periódico por una línea diagonal de elemen-

tos. Los elementos a la izquierda son los metales y los elementos a la derecha son los no metales. Los elementos que integran la diagonal (boro, silicio, germano, arsénico, antimonio, telurio, bismuto y astato) tienen propiedades tanto metálicas como no metálicas. Los elementos metálicos llamados también metales alcalinos, son el grupo más reactivo y comprenden el litio, el potasio, el rubidio, el cesio.³

El berilio, el magnesio, el calcio, el estroncio y el bario, llamados metales alcalino-térreos, son altamente electropositivos y constituyen el segundo grupo de elementos más reactivos. Son blancos, con

* Artículo derivado de un aporte académico a la Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia como requisito para participar en un Concurso Público de Méritos en 2004.

** Odontóloga, Especialista en Odontología Integral del Adulto. Diplomado en Odontología estética. Profesora Auxiliar, Facultad de Odontología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Correo electrónico:olgalugi@express.net.co.

un lustre plateado y muy buenos conductores de la electricidad.³

El escandio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, cinc, lantano, hafnio, tántalo, tungsteno, renio, osmio, iridio, platino, oro, mercurio, itrio, zirconio, niobio, molibdeno, tecnecio, rutenio, radio, paladio, plata, cadmio, actino, son los llamados de transición. Son buenos conductores del calor y la electricidad, tienen altos puntos de fusión y de ebullición.³

El lantano, cerio, praseodonio, neodimio, prometio, samario, europio, gadolinio, terbio, disprosio, holmio, erbio, tulio, iterbio y lutecio, son los lantánidos, llamados también tierras raras, son blanco-plateados y muy reactivos.⁴

El aluminio, galio, indio y talio son metales blancos, blandos y con puntos de fusión relativamente bajos.¹

Los elementos metálicos se pueden combinar entre sí y con otros elementos para formar compuestos, disoluciones y mezclas. Una mezcla de dos o más metales o de un metal y ciertos elementos no metálicos como el carbono, se denomina aleación.¹

⁵ Las aleaciones de mercurio con otros elementos metálicos son conocidas como amalgamas.^{1, 6}

El iridio es el más denso de los metales, el litio el menos denso. La más baja conductividad eléctrica la tiene el bismuto y la más alta a temperatura ordinaria la tiene la plata. La conductividad en los metales puede reducirse mediante aleaciones.

Los metales son usados en odontología en una variedad de aplicaciones, incluyendo fabricación de aparatos protésicos, bandas de ortodoncia, coronas temporales y permanentes y en restauraciones directas de los dientes.⁷ Los más comúnmente usados son: oro, níquel, cobalto, cromo, aluminio, titanio, hierro, paladio, platino, plata, osmio, cobre, cinc, indio, berilio, estaño, cobre⁸.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS METALES

- Sólidos: en su gran mayoría, con excepción del mercurio y el galio.

- Ductilidad y maleabilidad: es la capacidad que tiene un metal de formar hilos y laminarse en hojas delgadas.
- Tañido: es el sonido característico de un metal al ser golpeado sobre una superficie sólida.
- Gran resistencia y buenas propiedades mecánicas.
- Superficie especular: brillo como espejo al ser pulidos.
- Buenos conductores térmicos y eléctricos.
- El peso específico es generalmente alto.
- Son cuerpos de constitución cristalina: policristalinos.
- Son de color grisáceo, con excepción del oro, cobre y bismuto.^{2, 5, 3}

Expansión térmica: a medida que se eleva la temperatura de un metal, éste se expande. Esta propiedad ha permitido dar a los metales muchas aplicaciones prácticas, por ejemplo: la expansión que sufre el mercurio, es empleada en los termómetros.²

Color: la mayoría de los metales tienen un color que varía desde el gris azul del plomo, hasta el llamado color plata, hay excepciones como el oro, que es amarillo y el cobre que es rojizo en apariencia.² En algunos metales aparece más de un color; este fenómeno se denomina pleocromismo.

Densidad: la densidad de un metal se expresa generalmente en relación con el peso del agua, si un metal pesa tres veces más que un volumen equivalente de agua, se dice que tiene una densidad de 3. Los metales son los elementos más pesados, el de mayor densidad es el osmio. En el grupo de los más pesados están: el plomo, el mercurio, el oro y el platino.²

Punto de fusión: los metales puros, por ser elementos químicos, se funden a temperaturas constantes. Las aleaciones coladas no tienen un punto de fusión, sino un intervalo de fusión, ya que no son puras, sino mezclas de diferentes elementos.⁷

Maleabilidad: es la capacidad que tienen los metales a deformarse ante fuerzas compresivas.²

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS METALES

Es característico de los metales tener valencias positivas en la mayoría de sus compuestos. Esto significa que tienden a ceder electrones a los átomos con los que se enlazan. También tienden a formar óxidos básicos. Por el contrario, elementos no metálicos como el nitrógeno, azufre y cloro tienen valencias negativas en la mayoría de sus compuestos y tienden a adquirir electrones y a formar óxidos ácidos.

Los metales tienen energía de ionización baja: reaccionan con facilidad perdiendo electrones para formar iones positivos o cationes. De este modo, los metales forman sales como cloruros, sulfuros y carbonatos, actuando como agentes reductores (donantes de electrones).^{1, 4}

ALEACIONES DENTALES VACIADAS

Una aleación es la mezcla de dos o más metales o de un metal y ciertos no metales.^{10, 11} En odontología las aleaciones contienen al menos cuatro metales y muchas veces seis o más. La historia de las aleaciones dentales vaciadas ha estado determinada por tres factores principales:

1. El económico, manifestado gradualmente después de la regulación del precio del oro en 1969 y más recientemente (1995-2001) por el flujo en el precio del paladio.
2. La evolución que han tenido para mejorar las propiedades físicas.
3. Que sea resistente a la corrosión y sea biocompatible.¹¹

Las aleaciones para restauraciones protésicas se han incrementado enormemente en los últimos veinticinco años. Las de hoy tienen abundante número de metales que incluyen oro, paladio, plata, níquel, cobalto y titanio.

PROPIEDADES DESEABLES DE LAS ALEACIONES VACIADAS

El odontólogo y el personal de laboratorio dental deben conocer las propiedades físicas y químicas de

las diferentes aleaciones que se utilizan, propiedades que dependen de su composición. Los metales utilizados en la aleación tienen efectos concretos sobre las restauraciones coladas; la cantidad de cada componente, en la aleación final es un factor importante en su comportamiento físico y químico. La composición está determinada por el contenido en oro u otro metal noble, como el platino y el paladio, del cual dependen la resistencia al deslustrado y a la corrosión en cavidad oral.

Otros aspectos importantes de la composición de la aleación son sus efectos sobre las características de fundido y manipulación en el laboratorio dental.⁵

Las aleaciones vaciadas se usan en los laboratorios dentales para producir:

- Incrustaciones.
- Restauraciones parciales coladas de recubrimiento cuspídeo.
- Coronas.
- Prótesis parcial removible.
- Prótesis de metal-cerámica.
- Prótesis adheridas con resinas.
- Elementos de retención intrarradiculares o pernos.

Para dichos usos requerimos que estas aleaciones tengan determinadas propiedades, estas son:^{6, 13, 14, 15, 16, 17, 18}

- Biocompatibilidad.
- Tamaño adecuado del grano.
- Propiedades de adhesión a la porcelana.
- De fácil fundición y vaciado.
- Fáciles de soldar y pulir.
- Baja contracción al solidificarse.
- Mínima reactividad con el material del molde.
- Buena resistencia al desgaste.
- Resistencia al estiramiento y a la fuerza.
- Resistencia a las manchas y a la corrosión (desgaste total o parcial que disuelve o ablanda cualquier sustancia por reacción química o electroquímica con el medio ambiente).
- Color.
- Expansión térmica, controlada.

Todas las propiedades físicas de las aleaciones para colado dependen de su composición. Algunas de ellas son más importantes que otras para el odontólogo y el técnico de laboratorio. Las propiedades físicas que influyen sobre la fabricación, manipulación y función clínica de la restauración colada son de mayor importancia cuando se decide qué tipo de aleación se va a utilizar. Estas propiedades son las siguientes:

1. Módulo de elasticidad: indica la rigidez relativa.^{5, 11, 13, 14} Cuanto más elevado sea el módulo, más rígida será la aleación.¹⁹ El módulo de elasticidad para las aleaciones protésicas debe ser alto para que la prótesis pueda resistir la flexión, especialmente en restauraciones metal-cerámica donde la flexión pueda causar la fractura de la porcelana.¹⁵

2. Límite proporcional: se define como la máxima fuerza que puede soportar un material sin que sufra deformación permanente.^{13, 14} Esta propiedad permite al profesional evaluar el comportamiento de una aleación ante un esfuerzo masticatorio. Dicho valor debe ser de alto nivel pues, en caso contrario, las estructuras coladas se verán expuestas a deformaciones indeseables.

3. Porcentaje de elongación: es una medida de la ductilidad.^{7, 13, 14, 20, 21} Cuanto mayor sea el porcentaje de elongación, más cederá la aleación al pulirla o presionarla. La combinación del límite proporcional y el porcentaje de elongación constituyen el grado de manejabilidad de una aleación. Un límite proporcional alto y bajo porcentaje de elongación hace más difícil terminar los bordes y ajustar los ganchos.^{20, 21}

4. Dureza: indica la resistencia a la indentación. A medida que aumenta el valor de la dureza, se eleva la resistencia al desgaste.^{11, 13, 14} La dureza es un buen indicador de la capacidad de una aleación para soportar una deformación local permanente bajo el efecto de una carga oclusal.^{5, 21}

5. Resistencia última en tensión: (fuerza tensil) es la máxima fuerza que puede soportar una aleación al someterse a una carga tensional o de tracción.^{11, 13, 14}

6. Tamaño del cristal: entre más pequeño sea el cristal o grano, mejores serán sus propiedades físicas.^{13, 14}

Todas estas características tienen significancia clínica. El contenido de metal noble determina en mayor grado la resistencia a la corrosión y las propiedades inertes. La dureza es importante en relación con el desgaste oclusal y las propiedades de pulido y terminado. La resistencia a la tensión es importante para determinar la habilidad para soportar fuerzas, especialmente en prótesis fija.

La elongación se relaciona con las propiedades para el bruñido de los márgenes, lo cual es muy importante en coronas parciales y en colados intracoronarios. El valor de la elongación para una aleación puede ser irrelevante clínicamente si la fuerza de tensión es alta. Consecuentemente, aleaciones con una baja resistencia a la tensión son a menudo preferidas para incrustaciones y otras restauraciones coladas conservadoras no sujetas a fuerzas intraorales altas.

Dentro de cada grupo de aleaciones el nivel de tensión generalmente aumenta con el aumento de la dureza.

METALES NOBLES UTILIZADOS EN LAS ALEACIONES

La tabla periódica de los elementos muestra ocho metales nobles: el oro, el grupo de metales de platino (platino, paladio, rodio, rutenio, iridio, osmio)²² y la plata. En la cavidad bucal la plata es más reactiva y por eso no se considera un metal noble. Los metales nobles han sido usados para incrustaciones, coronas, puentes y aleaciones de metal-cerámica por su resistencia a la corrosión y a las manchas. De los siete metales nobles⁷ el oro, el paladio y el platino son los de mayor importancia en las aleaciones dentales vaciadas.

Oro: es el más dúctil y maleable de todos los metales.^{2, 7} El aporte principal del oro a la aleación es la de aumentar la resistencia a la decoloración y la corrosión.^{7, 13, 14} Junto con el cobre permite el tratamiento térmico de endurecimiento y ablandamiento.¹³ Debido a que el oro es extremadamente dúctil (40-50%) y posee una resistencia relativamente

baja, esto contribuye a que la aleación pueda ser fácilmente bruñida, lo cual permite mejor adaptación a las preparaciones.^{13,19} Se encuentra en minas y en aguas generalmente junto a la plata, cobre y plomo. Uso: joyería y odontología (aleaciones).

Platino: se encuentra en la tierra, en la denominada roca madre de terrenos antiguos (silicato de Mg). La mina de platino contiene rutenio, rodio, paladio, osmio, iridio. Es un metal blanco con excepcionales características de ductilidad y maleabilidad: láminas delgadas y formas de hilo. Posee además alta resistencia a la pigmentación y corrosión. Es el mejor endurecedor de la aleación, superior al cobre, sin embargo, incluso en pequeñas cantidades, el platino aumenta considerablemente la temperatura de fusión⁷ por lo que rara vez se utiliza en cantidades superiores a 3.4% de la composición total. Más efectivo que la plata, el platino blanquea la aleación.^{3,19} Se usa en joyería y odontología.

Paladio: muy semejante a la plata,² posee color blanco y tiene la característica especial de absorber el hidrógeno, muy maleable y dúctil,⁷ tiene gran resistencia a la pigmentación y corrosión, baja el valor de la densidad de la aleación,¹³ es efectivo en prevenir la corrosión de la plata en la cavidad oral.⁷ Forma aleaciones de aplicación industrial, de laboratorio, joyería y odontología.²

Iridio: es el elemento de mayor resistencia a la corrosión y a los ácidos, incluso al agua regia.² En algunas aleaciones aumenta la dureza y la firmeza.⁹ Se emplea en pequeñas cantidades en las aleaciones dentales a modo de refinador, para conseguir que las aleaciones tengan partículas de tamaño reducido, con el objeto de mejorar las propiedades mecánicas.⁷

Osmio: es el elemento más raro del grupo, el más duro. No es trabajable, pues no tiene ductilidad, de tal forma que las aleaciones deben ser coladas o sinterizadas, para luego, por el proceso de desgaste, darles la forma requerida.²

Rutenio: posee alta resistencia a la corrosión. Es un endurecedor en las aleaciones de platino y paladio. Se emplea igual que el indio, como refinador.⁷

METALES BASE UTILIZADOS EN LAS ALEACIONES

Cobalto: elemento metálico, de color blanco plateado, usado principalmente para obtener aleaciones, tiene poca solidez y escasa ductilidad a temperatura normal, pero es dúctil a altas temperatura.²

Níquel: elemento metálico magnético, de aspecto blanco plateado,² utilizado principalmente en aleaciones. Metal duro, maleable y dúctil que puede presentar un intenso brillo, tiene alta resistencia a la corrosión, se pule muy fácilmente, es considerado un sensibilizante (tóxico).⁸ Añadido en pequeñas cantidades a las aleaciones de alta nobleza, el níquel blanquea e incrementa la resistencia y la dureza de las mismas.⁷

Cromo: elemento metálico de color gris, que puede presentar un intenso brillo.² Se utiliza principalmente en la creación de aleaciones de hierro, níquel o cobalto, al añadir el cromo se consigue aumentar la dureza y la resistencia a la corrosión.²³

Plata: metal blanco, puro, tenaz, muy dúctil y maleable,² es el mejor conductor del calor y la electricidad,⁷ modifica el color de la aleación.¹³ La plata tiene pocos efectos sobre la resistencia de las aleaciones dentales, aunque aumenta un poco la ductilidad cuando se utiliza junto con paladio.

Cobre: metal de color rojo, dúctil, maleable y tenaz.⁷ Después de la plata, es el metal que conduce mejor el calor y la electricidad. Es uno de los metales más importantes en las aleaciones dentales de alta nobleza porque aumenta la resistencia y la dureza.¹³ La dureza de una aleación del 6% de cobre y el 94 de oro es más de dos veces superior a la del oro puro. En aire húmedo que contenga anhídrido carbónico, se cubre con una capa verde de hidróxidos de cobre llamada pátina.

Zinc: se añade zinc a las aleaciones fundidas como medio de eliminar los óxidos.^{13,19} Su única propiedad beneficiosa es la capacidad de reducir la oxidación durante los procedimientos de colado. En cantidades elevadas, el zinc aumenta considerablemente la fragilidad de la aleación.⁷

Indio: se añade indio en pequeñas cantidades para reducir el tamaño del grano y aumentar la fluidez durante el procedimiento de colado, también se emplea iridio para lograr efectos similares. Ambos metales tienen tendencia a aumentar la ductilidad gracias al pequeño tamaño del grano, lo que generalmente contribuye al terminado de los colados hechos con estas aleaciones.⁷

Titanio: es usado en gran variedad de campos debido a sus excelentes propiedades físicas, es resistente a la corrosión y biocompatible.^{12, 24, 28} El titanio llena todos los requerimientos de un material dental y puede ser usado en la fabricación de coronas, prótesis parciales fijas y prótesis parciales removibles.^{9, 29} Desafortunadamente, el titanio no puede ser revestido con porcelana feldespática convencional por muchas razones. La manipulación de la infraestructura, es complicada.²⁸ A temperaturas por encima de 800 °C, que es la requerida para la fusión de la porcelana convencional, el titanio se oxida rápidamente, produciendo una capa muy delgada de óxidos, que resulta en una inadecuada unión metal-cerámica. El coeficiente de expansión térmica, es muy diferente entre el titanio y la porcelana.²⁹

BIOCOMPATIBILIDAD

En los últimos veinticinco años, el número y tipos de aleaciones disponibles para restauraciones se ha incrementado dramáticamente, haciendo que la selección de la aleación sea una situación muy difícil para el odontólogo.

El factor más importante en la determinación de la seguridad biológica de una aleación es la corrosión. La corrosión es una propiedad que tiene consecuencias sobre otras propiedades de la aleación, tales como la estética, la resistencia y la biocompatibilidad.²⁵ Parece que la toxicidad sistémica, local y la carcinogenicidad de una aleación resultan de elementos liberados de la aleación en la boca durante la corrosión.¹² El cepillado dental de las aleaciones puede aumentar su citotoxicidad *in vitro*, pero el incremento depende más del tipo de aleación y las condiciones del cepillado.^{26, 27, 28, 30}

Dado el gran número de aleaciones dentales disponibles hoy, la selección de una aleación para un pacien-

te no es simple, va más allá de la biocompatibilidad. Esta decisión puede tener profundas consecuencias financieras, legales, técnicas y de satisfacción para el práctico. Cada práctico y cada paciente deben encontrar un aceptable balance riesgo-beneficio.²⁵

Toda aleación para colados debe ser suministrada por el fabricante con los siguientes datos clínicos:

1. Nombre. Clasificación. Tipo. Peso.
2. Propiedades físicas más importantes.
3. Contenido total de metal noble.
4. Presencia o ausencia de níquel y berilio.
5. Tipo de revestimiento y técnica de revestido.
6. Temperatura de evaporación del patrón.
7. Temperatura de fusión de la aleación. Tipo de soplete para usar.
8. Características de la centrífuga.
9. Indicaciones sobre tratamiento térmico (ablandamiento y endurecimiento).
10. Forma de retirar el revestimiento.
11. Técnica de limpieza del colado.
12. Terminado y soldadura recomendada.^{13, 16, 29}

CLASIFICACIÓN DE LAS ALEACIONES DENTALES VACIADAS

Después de pasarse por varias clasificaciones, en 1984 la ADA²⁸ propuso una clasificación simple para las aleaciones dentales vaciadas. Se describen tres categorías: noble alta (HN), noble (N) y predominante de metal base.^{11, 29} El sistema de clasificación está basado en el contenido de metal noble de la aleación.²⁹

Noble alta: $\geq 40\%$ de Au y $\geq 60\%$ de elementos de metal noble¹¹

Noble: $\geq 25\%$ de elementos de metal noble¹¹

Metal base: $< 25\%$ de elementos de metal noble¹¹

Aleaciones de alta nobleza

Este grupo está conformado por las denominadas aleaciones de oro para colados, cuyas características, composición y propiedades físicas se regulan por la especificación N.º 5 de la Sociedad Dental Americana ADA.²⁸

Clasificación: La especificación reconoce 4 tipos de aleaciones:

Aleación tipo I —blanda—. Contenido mínimo de metales nobles oro y platino menor al 83%. Su aplicación clínica es en incrustaciones pequeñas para clase III o V, es decir en restauraciones que no reciban choque masticatorio directo.

Aleación tipo II —media—. Contenido mínimo de metales nobles oro-platino menor al 78%. Para incrustaciones en técnicas de operatoria, clases I, II, MOD.

Aleación tipo III —dura—. Contenido mínimo de metales nobles oro-platino menor al 78%. Tipo ideal para todos los trabajos de prótesis parcial fija.

Aleación tipo IV —extradura—. Contenido mínimo de metales nobles oro-platino menor al 75%. Indicada para aparatos removibles o para prótesis fija extensa en donde se espera gran esfuerzo masticatorio.^{13, 14, 31}

Las aleaciones de alta nobleza están constituidas aproximadamente por 85% de oro, 5-8% de platino, 5-8% de paladio^{16, 32} y 2-4% de indio y estaño,¹⁶ con menos del 1% de hierro. El oro y el platino son químicamente nobles, es decir, no se oxidan en las condiciones necesarias para la aplicación de la porcelana.⁷ El paladio se oxida mínimamente y el estaño y el indio se oxidan con facilidad. El óxido de estaño e indio forman la unión química entre la porcelana y el metal subyacente.¹⁶ El platino y el paladio se emplean en estas aleaciones para elevar sus temperaturas de fusión y disminuir sus coeficientes de expansión térmica hasta valores compatibles con la porcelana superpuesta. Las aleaciones muy nobles son las de mayor densidad¹⁶ entre todas las que se emplean para colados dentales y, en consecuencia, tienen bajo volumen específico. El costo comparativo por unidad de estas aleaciones es, por lo tanto, más elevado. Las fluctuaciones en el precio del oro y otros metales preciosos obligaron a usar como alternativa aleaciones menos costosas para la fabricación de coronas y prótesis fija.^{16, 33, 34}

Todas las aleaciones muy nobles para porcelana deben fundirse con un soplete oxiacetilénico, ya que

su temperatura de presión oscila entre 1.066 y 1.370 °C.²⁰ Las aleaciones de este tipo son susceptibles a la deformación y las dentaduras parciales fijas deben estar limitadas a un tramo de tres unidades, coronas individuales o un pónico en extensión de extremo libre anterior.²⁰ Estas aleaciones pueden o no contener plata pero casi siempre contienen estaño, indio o galio como elementos formadores de óxidos para promover la adherencia de la porcelana.¹¹

En resumen, las aleaciones nobles altas tienen: potencial de unirse a la porcelana, coeficiente de expansión térmica compatible con el de la porcelana, temperatura sólida alta para la aplicación de porcelanas de baja fusión. A mayor temperatura de fusión de las aleaciones, menor coeficiente de expansión térmica. La unión de los metales nobles y la porcelana es mejor que la de los metales base, porque la capa de óxido es más delgada.²⁰ Sus desventajas están en el alto costo económico y el color del oro que lo hace estéticamente inaceptable por parte del paciente, sobre todo en el sector anterior.²²

Algunos nombres comerciales de alta nobleza, son: SMG-3, Jelenko “O”³⁵ Degudent, Micro-bond # 6, Cameo, Special white, Olympia, Lodestar, Orion, Deva.⁵

Aleaciones nobles

Las aleaciones nobles, comprenden una gran variedad de aleaciones cuya base principal es plata-paladio-platino.^{22, 32} Algunas contienen también oro. Existen cuatro clases de aleaciones nobles: las de Au-Cu-Ag-Pd, las de Au-Ag-Pd-In, las de Pd-Cu-Ga y las de Ag-Pd.⁷ Por ser más económicas, Asgar predijo en 1988 que las aleaciones altas en paladio eran los “metales nobles del futuro”.³⁶

Las aleaciones basadas en paladio han tenido una significancia muy importante en la fabricación de restauraciones de metal-cerámica.³⁷ La plata y el paladio son relativamente nobles, pero la plata se oxida fácilmente. Los puntos de fusión de estas aleaciones son comparables a los de las de alta nobleza, y las propiedades físicas de la mayoría de ellas están a medio camino entre las aleaciones de alta nobleza y las de metal base. Las aleaciones nobles se trabajan algo

mejor que las de níquel-cromo, pero suelen resultar más difíciles de terminar que las de oro-platino-paladio. La reactividad química generalmente elevada de las aleaciones nobles exige técnicas especiales propias de cada aleación, de modo que no haya oxidación excesiva en la superficie de fijación de la porcelana aunque muy aptas cuando se manejan adecuadamente, las aleaciones que contienen plata a veces se acompañan de decoloración de la porcelana en la unión porcelana-metal²⁰ cuando ésta se cuece sobre cofias que han sido excesivamente calentadas durante el colado,²⁰ siendo esta una de sus mayores desventajas.^{16, 22}

Habitualmente se eligen aleaciones nobles por su relativa economía y sus mejores propiedades mecánicas (en comparación con las de las aleaciones muy nobles) que las hacen más adecuadas para el trabajo de las prótesis de mucha estética y las subestructuras metálicas más delicadas.

Algunos ejemplos comerciales de estas aleaciones son los siguientes: Olympia II, 30 NS, Rx SWCG, Regent, Shasta, Integrity, Protocol, Spirit, Naturelle, Jelstar, Albacast.^{5, 13, 14}

Aleaciones de metal base

En el otro extremo del espectro químico, físico y económico se encuentra una clase de aleaciones constituidas por metales base que se han hecho populares³⁸ en de la profesión por el espectacular aumento del precio del oro.^{16, 28, 33, 34, 39, 40, 41, 42} Dichas aleaciones son llamadas también aleaciones alternativas.²³ Las aleaciones de metal base están compuestas de metales no preciosos,³³ excepto el de más común inclusión: berilio (1-3%) que es un metal precioso, pero no noble, que ayuda a que el vaciado de la aleación sea más exacto.^{32, 2}

Hay tres subclases en esta categoría: níquel-cromo, cobalto-cromo y titanio.¹¹ A estas aleaciones se les adicionan otros elementos para mejorar sus propiedades físicas y químicas, como boro, carbono, cobre, cerio, galio, silicio, estaño, manganeso, titanio, zirconio, hierro, niobio.⁴¹ Las aleaciones más comúnmente usadas para la confección de prótesis parcial removible son: Ni-Cr-Be y Co-Cr^{32, 42, 43} por su alta solidez, resistencia a la corrosión y

su desempeño económico.^{44, 45} Las aleaciones de níquel-cromo son seguras para utilizar en la práctica clínica por su gran resistencia a la corrosión.³⁰ El profesional puede elegir entre numerosas marcas y los fabricantes o distribuidores generalmente proporcionan una relación de las propiedades físicas de cada aleación.

Las aleaciones de metal base tienen conductividad térmica menor que las aleaciones de alta nobleza, aunque no hay diferencia significativa en la incidencia del frío y el calor en el paciente.^{32, 35}

Estas aleaciones por lo general no contienen metales nobles y se oxidan fácilmente a temperaturas elevadas. Pueden unirse con el carbono que se encuentra en ciertos revestimientos, lo que puede alterar las propiedades físicas de la aleación o liberar gases durante la adición de la porcelana.³² Por estas razones, a menudo se recomienda colar las aleaciones de metales base en revestimientos exentos de carbono, ligados a base de fosfato.

La facilidad de formación de óxidos ha provocado controversias entre los profesionales acerca de la capacidad de estas aleaciones para fijarse realmente a la porcelana. La adición de berilio a algunas aleaciones de Ni-Cr incrementa la fluidez^{35, 46} y controla la oxidación superficial por lo que mejora la unión a la porcelana.⁴⁶ En ciertas publicaciones se citan pruebas que demuestran la separación de la porcelana del metal base sin que quede porcelana unida. Esta unión deficiente plantea cuestiones que se refieren a la aceptabilidad clínica de las restauraciones con metal base. De hecho, la porcelana se fija fácilmente al óxido de los metales base, pero la excesiva formación de óxido facilita su fractura, bien por la interfase de óxido o en la interfase óxido-metal.³⁷ Debido a su alta capacidad de oxidación, las técnicas para la preparación del metal y la adición de la porcelana son considerablemente distintas de las utilizadas con las aleaciones muy nobles.

Haynes obtuvo una patente para aleaciones de cromo-cobalto en 1907. Sin embargo, no fue hasta 1929 cuando Erdle y Prange perfeccionaron los materiales y técnicas para el uso de estas aleaciones en aparatos dentales colados. Desde su introducción

en la prótesis dental, las aleaciones de cromo-cobalto han ganado y mantenido su popularidad y en los actuales momentos son usados en la mayoría de las dentaduras parciales removibles. Recientes desarrollos han dado también como resultado aleaciones que no muestran corrosión en aplicaciones clínicas en prótesis fija. Este aumento en su uso se debe a su baja densidad³² bajo costo, alto módulo de elasticidad (rigidez) y la resistencia a la pigmentación de estas aleaciones en comparación con las aleaciones de oro.¹⁸

Físicamente, las aleaciones de metal base difieren significativamente de las aleaciones muy nobles. No hay dos aleaciones que muestren las mismas propiedades pero, como clase, las aleaciones de metal base son mucho más rígidas, duras y resistentes a la flexión a elevadas temperaturas que las aleaciones de alta nobleza.^{28, 35, 40, 47} Su más alto límite elástico y su mayor dureza obligan a utilizar piezas de mano de alta velocidad para producir las fuerzas necesarias para pulir y terminar el metal.³⁹ Una vez que se han aplicado fuerzas suficientes, las aleaciones de metal base muestran una ductilidad (o elongación) mayor que la de las aleaciones muy nobles y, por tanto, es posible bruñirla sin romperlas en condiciones adecuadas de laboratorio. Son muy difíciles de ajustar intraoralmente.

En resumen, las aleaciones metal base son económicas, tienen mayor densidad, gran dureza y rigidez y son resistentes a la corrosión, pero hay evidencias que muestran que la técnica de la aleación es sensible con respecto a la fundición, la adherencia a la porcelana, la compatibilidad térmica con la porcelana, la potencial decoloración de la porcelana y la soldadura.⁴¹

Las aleaciones de metal base pueden utilizarse en las situaciones que requieren un tramo muy largo o cuando la economía es una consideración de primera importancia. La baja densidad de estas aleaciones, el espesor relativamente más bajo,^{32, 35} junto con el bajo costo del metal, permiten fabricar gran volumen de estructuras metálicas a un precio moderado.^{16, 22} Sin embargo, estas aleaciones tienen muchas desventajas cuando se utilizan para toda clase de restauraciones. Su dureza dificulta el ajuste

oclusal, el pulido, la remoción en boca y la apertura para endodoncia si se requiere después de haber cementado la corona.¹⁶

Entre de estas aleaciones encontramos: Centillum, Verabond Beta,³⁶ Biobond, Permabond, Liecast B, Unibond, Neobond II, Ticonium, Biocast, Dentillum CB.¹⁴

PELIGRO POTENCIAL DE LOS PACIENTES

Lo que más les debe interesar a los pacientes es la exposición intrabucal del níquel, sobre todo a los pacientes con historia de alergia. En perspectiva, las alergias por níquel^{41, 46} se espera que ocurran solamente en el 5-8% de la población.^{14, 48} El níquel elemental y muchos compuestos de níquel son extremadamente efectivos en producir rhabdomiosarcoma.^{5, 42, 47, 49}

Se sabe que el berilio, causa enfermedad respiratoria crónica a las personas expuestas a sus vapores,⁴⁶ sin embargo no hay evidencia que indique que los bajos niveles de berilio, presentes en aleaciones dentales (1-3%) puedan causar daños significativos.⁵

Algunos autores reportan que los metales liberados de aleaciones nobles y de alta nobleza son responsables de decoloración e hiperplasia de la encía adyacente.⁵⁰

Las interacciones biológicas de las aleaciones con los tejidos orales, pueden ser una de las razones para los efectos locales adversos observados, pero también hay otros factores que pueden causar esas reacciones clínicas como enfermedades generales (diabetes mellitus, enfermedad del sistema sanguíneo, deficiencia vitamínica), medicación (drogas para la hipertensión, sedantes) y otros factores como sexo, edad, fluido salivar o desórdenes psicológicos.^{50, 51}

La selección de la aleación es responsabilidad del odontólogo, dicha escogencia debe estar basada en apreciaciones económicas, propiedades químicas, propiedades físicas, corrosión y biocompatibilidad¹² con relación a la intención clínica deseada.^{16, 47, 52}

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Raimond Ch, Williams C. Química. 7.^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 2003.
2. Schillingburg HT. Metalografía. En Fundamentals of fixed Prosthodontics. 3.^a ed. Chicago: Quintessence; 1997.
3. Mahan B H. Los metales de transición. En Química curso universitario. 2.^a ed. México: Fondo Educativo Interamericano; 1977. p. 656-709.
4. Martimer Ch E. Metales y metalurgia. En Química. México: Grupo Iberoamericano; 1988. p. 596-635.
5. Anusavice K. Aleaciones dentales vaciadas. En La ciencia de los materiales dentales de Phillips. 10.^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana; 1998. p. 441-479.
6. Phillips RW. Metals: Solidification and structure. En Skinners science of dental materials. 8.^a ed. Philadelphia: Saunders; 1973. p. 237-281.
7. Craig R. Aleaciones de metales nobles y soldaduras. En Materiales en odontología restauradora. 10.^a ed. Madrid: Harcourt Brace; 1998. p. 383- 395.
8. Nacional Institute of Dental Reserarch. Workshop: Biocompatibility of metals in dentistry. J.Am Dent Assoc. 1984; 109: 469.
9. Akagi K, Okamoto et al. Properties of test metal ceramic titanium alloys. J Prosthet Dent. 1992; 68 (3): 462-467.
10. Peyton & Craig. Naturaleza de los materiales y aleaciones. Materiales dentales restauradores. 2.^a ed. Buenos Aires: Mundi; 1974. p.134-160.
11. Wataha J. Alloys for prosthodontic restorations. J Prosthet Dent. 2000; 87 (4): 351-363.
12. Oruc S, Tulunoglu Y. Fit of titanium and a base metal alloy metal-ceramic crown. J Prosthet Dent. 2000; 83 (3): 314- 318.
13. Guzmán H J. Aleaciones para colados de uso odontológico. Rev Fed Odont Colomb 1980; 27: 32-45
14. Restrepo A, Trujillo J. Aleaciones metálicas. Rev Fac de Odont Univ Ant.1990. 1(2): 29-41.
15. Wataha J, Lockwood P; Noda M, Nelson E, Mettenburg D. Effect of toothbrushing on the toxicity of casting alloys. J Prosthet Dent. 2002; 87 (1): 94-98.
16. Bertolotti RL. Selection of alloys for today s crown and fixed partial denture restorations. J.Am Dent Assoc, 1984; 108 (6): 959-966.
17. Basualto J, Barceló C, Gaete A. Propiedades de aleaciones Ag- Pd para usos odontológicos. Rev. Metal. Madrid, 1996; 32 (5): 314- 319.
18. Preston J D, Berger R. Some Laboratory variables affecting ceramometal alloys. Dent. Clin. North. Am, 1977 21 (4): 717-728.
19. Leinfelder KF, Lemons J. Gold Alloys. Clinical Restorative Materials and Techniques. New York: Lea & Febiger; 1988.
20. Rhoads JE, Rudd KD, Morrow RM. Procedimientos en el laboratorio dental. Tomo II. (Prótesis fija). España: Salvat; 1984.
21. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Revised ANSI/ ADA Specification N.º 5 for dental casting alloys. J Am Dent Assoc. 1989; 118 (3): 379.
22. Moffa J P. Alternative dental casting alloys. Dent Clin North Am. 1983; 27 (4): 733-746.
23. Bezzon O, Mattos M, Ribeiro R, Almeida R. Effect of berillium on the castibility and resistance of ceramometal bonds in niquel-chromium alloys. J Prosthet Dent. 1998; 80 (5): 570-574.
24. Jang K, Youn S, Kim Y. Comparison of castibility and surface roughness of Commercially pure titanium and cobalt-chromium denture frameworks. J Prosthet Dent. 2001; 86 (1): 93-98.
25. Wataha, J. Biocompatibility of dental casting alloys: A review. J Prosthet Dent. 2000; 83 (2): 223- 233.
26. Zunelis S, Tsetsekou A, Papadopoulos T. Thermal expansion and micro structural Analysis of experimental metal- ceramic titanium alloys. J Prosthet Dent. 2003; 90 (4): 333-337.
27. Allen E, Bayne S, Brodine A, Cronin R, Donovan T, Kois J and Summitt J. Annual review of selected dental literature: Report of the committee on scientific investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent. 2003; 90 (1): 50-80.
28. Wataha J, Lockwood PE, Khajotia SS and Turner R. Effect of PH on release from dental casting alloys. J Prosthet Dent. 1998; 80 (6): 691-698.
29. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. J Am Dent Assoc. 1984: 109 (5): 766
30. Benati O, Miranda W, Muench A. In vitro and in vivo corrosion evaluation of Niquel- chromium and cooper- aluminium-based alloys. J Prosthet Dent. 2000; 84 (3): 360-363.
31. Association Report, Classification System for cast alloys. J Am Dent Assoc. 1984. 109 (5): 838.
32. Nielsen JP, Tuccillo JJ. Grain size in cast alloys. J. Dent. Res. 1966; 43(3) parte 2: 964-969.
33. Anthony HL, Tjan, Tao L, et al. Marginal accuracy of complete crowns made from alternative casting alloys. J Prosthet Dent. 1991. 66(2): 157-164.
34. Anderson RJ, Janes G et al. Comparison of the performance on prosthodontic criteria of several alternative alloys used for fixed crown and partial denture restorations: Department of Veterans Affairs Cooperative Studies Project 147. J Prosthet Dent. 1993; 69 (1):1-11.
35. Moffa JP, Jenkins WA, Ellison JA, Hamilton JC. A clinical evaluation of two base metal alloys and a gold alloy for use in fixed prosthodontics: A five- year study. J Prosthet Dent. 1984, 52(4): 491-499.
36. Papazoglou E, Brantley W, Carr A, Johnston W. Porcelain adherence to high- Palladium alloys. J Prosthet Dent. 1993; 70 (5): 386-394.

37. Lorenzana R, Chambless L, Marker V, Staffanou R. Bond strengths of high Palladium content alloys. *J Prosthet Dent.* 1990; 64 (6): 677-680.
38. Marzonk MA, Saleh L et al. Clinical behavior of silver-palladium alloy casting: A five-year comparative clinical study. *J Prosthet Dent.* 1991; 65 (1): 19-26.
39. Morris HF. Veterans administration cooperative project. N.º 147. Part VI: Comparison of cost associated whit restorations cast from several alternative metal- ceramic alloys. *J Prosthet Dent.* 1988; 60 (2): 164-171.
40. Morris H. Veterans administration cooperative studies project N.º 147. Part VI: Laboratory costs of casting from noble and alternative ceramic metal alloys. *J Prosthet Dent.* 1988; 60 (2): 164-171.
41. Council on Dental Materials. Instruments and Equipment. Report on base- metal alloys for crown and bridge applications: benefits and risks. *J Am Dent Assoc.* 1985; 3: 479.
42. NaBadalung D, Power J, Connelly M. Comparison of bond strengths of three Denture base resins to treated nickel-chromium-berillium alloy. *J Prosthet Dent.* 1998; 80 (3): 354-361.
43. Ohkubo Ch, Watanabe I, Hosoi T, Okabe T. Shear bond strengths of polymetyl Methacrylate to cast titanium and cobalt-chromium frameworks using ive metal primers. *J Prosthet Dent.* 2000; 83 (1): 50- 57.
44. Taga Y, Kawai K, Nokubi T. New method for divesting cobalt-chromium alloy Castings: Sandblasting with a mixed abrasive powder. *J Prosthet Dent.* 2001; 85 (4): 357- 361.
45. Bumgarden JD, Lucas LC. Cell culture evaluation of nickel based dental casting alloys. *J Dent Res.* 1993; 72: 368-2116
46. Bezzon O, Ribeiro R, Rollo J, Crosara S. Castability and resistance of Ceramometal bonding in Ni-Cr and Ni-Cr-Be alloys. *J Prosthet Dent.* 2001; 85 (3): 299-304.
47. Morris HF. Veterans administration cooperative studies project N.º 7. Part IV: Biocompatibility of base metal alloys. *J Prosthet Dent.* 1987; 58: 1-4.
48. Kelly JR and Rose TC. Non-precious alloys for use in fixed prosthodontics: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1983; 49 (3): 363-370.
49. Bezzon OL. Allergic sensitivity to several base metals: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 1993; 69 (3): 243-246.
50. Schmalz G, Garhammer P. Biological interactions of dental cast alloys with oral tissues. *Dental Materials.* 2002; 18: 396-406.
51. Herrstrom P, Hogstedt B. Clinical study of oral galvanism: no evidence of toxic mercury exposure but anxiety disorders an important background factor. *Scand J Dent Res.* 1993; 101: 223-227.
52. Participants of CSP N.º 147, and Morris H F. Veterans administration cooperative studies project N.º 147. A precementation comparison of metal ceramic restorations made with a gold containing alloy or alternative alloys. *J Prosthet Dent.* 1991; 65 (2): 196-205.



III CONGRESO NACIONAL DE ODONTOLÓGIA INTEGRAL DE LOS POSGRADOS



FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Fecha: 21 y 22 de abril de 2005

Mayores informes

Coordinación de Educación Permanente Facultad de Odontología Universidad de Antioquia
Tels.: 510 67 60 y 510 67 04, Fax: 211 00 67,
Correo electrónico: extension@chami.udea.edu.co, Página web: <http://chami.udea.edu.co>