

SOLDADURA

por el

DR. EMILIO FERNÁNDEZ

Nos referimos en especial a la soldadura de metales en prótesis y la definiremos diciendo que es el procedimiento que lleva a la unión perfecta, íntima e indisoluble de dos o más piezas metálicas o partes distintas de una misma pieza.

Esta unión puede realizarse en frío o en caliente.

El primer procedimiento es el empleado en el "arte de orificar", en donde se explota la propiedad que poseen ciertos metales que, al ser colocados en determinadas condiciones, obedecen a la acción del martillo uniéndose para constituir una sola.

En prótesis se usa la soldadura obtenida por la acción del calor. La unión por este procedimiento puede realizarse interponiendo entre ambas superficies a soldar un metal o aleación que, al fundirse a una temperatura más baja que la de los metales a unir, forme un solo cuerpo, o por fusión directa de las partes adherentes. En el primer caso, tenemos lo que se denomina "soldaje por soldadura" y en el segundo, "soldadura autógena o por resudado".

De acuerdo con lo dicho, llámase "*soldadura autógena*" a la unión íntima, perfecta, indisoluble y permanente de dos trozos de metales, obtenida únicamente por fusión de las partes adherentes.

Para que sea posible la soldadura autógena, las partes a unir deberán estar constituidas por metales de la misma naturaleza, de la misma valoración y de la misma estructura, y, por consiguiente, del mismo punto de fusión.

De esto deducimos que no es posible soldar por el procedimiento autógeno, sino cobre con cobre, acero con acero, hierro con hierro, oro con oro, plata con plata, etc.

Sin embargo, en la práctica metalúrgica, se admite también el nombre de soldadura autógena para la unión de diferentes metales, realizada por intermedio de la autógena. Vale decir que, para tal denominación, se toma en cuenta el procedimiento técnico y no el resultado de la operación.

A nosotros nos interesa en especial el primer concepto, dejando la aplicación del segundo a enfoque de orden industrial.

La soldadura autógena se la emplea en prótesis, muy especialmente, como medio de unión de las juntas de una banda, tal como para coronas. En este sentido es un método muy ventajoso por la calidad de unión que se consigue.

Con un poco de práctica, su técnica puede adquirirse fácilmente. Requiere una mano segura y un buen soplete bien manejado.

Llámase *soldadura por soldadura* a la unión íntima, perfecta, indisoluble y permanente de dos trozos metálicos, obtenido por medio de la fusión de otro metal interpuesto sobre las superficies que se quiere unir.

Se da el nombre intrínseco de "soldadura" al metal o aleación metálica que se utiliza para soldar. Este metal deberá tener un punto de fusión menor, y según sea éste se subdividen en: "soldaduras fuertes", que comprenden aquellas que requieren llegar al rojo para su fusión y que funden arriba de los 600 grados Centígrados, y en "soldaduras débiles o blandas", que funden alrededor de los 200 grados Centígrados; éstas últimas constituyen el tipo de soldaduras utilizadas en los trabajos de zinguería.

Al soldar metales por la acción del calor, que es procedimiento que vamos a referir en especial, se producen algunos fenómenos físicos que es preciso tener presente, juntamente con un conocimiento exacto de los metales a emplear, sólo así es posible pretender adquirir una destreza práctica que, basada en hechos científicos, nos asegure resultados positivos.

Principios físicos de soldaje

Trataremos de explicar el fenómeno tanto en los casos de soldadura autógena como en los de soldadura por soldadura o soldadura común u ordinaria como también se la denomina.

Existe una teoría que explica el estado sólido de los cuerpos como formados por moléculas dotadas de movimientos vibratorios en torno a un punto determinado, formando algo así como un campo magnético o esfera donde actúan las fuerzas de cohesión molecular.

El metal mantiene este régimen vibratorio al encontrarse a la temperatura del medio ambiente. Si sometemos a este cuerpo a la acción del calor, sus moléculas aumentarán sus movimientos de vibración u oscilación, y si continuamos insistiendo con la fuente de calor de ma-

nera que se produzca un aumento de temperatura, las oscilaciones moleculares amplificarán sus movimientos, y si seguimos con este régimen llegaremos, en un momento dado, a conseguir que el cuerpo pase del estado sólido al líquido. Y ahora bien, si continuáramos aumentando aún más la temperatura, se pasaría del estado líquido al gaseoso.

Si ponemos en íntimo contacto los extremos de dos barras metálicas de la misma afinidad y hacemos actuar sobre ellas una fuente de calor útil, las moléculas de ambas aumentarán el radio de sus oscilaciones, aumento que se hará más manifiesto a medida que progresa la elevación de la temperatura; y si continuamos con este régimen de trabajo, llegará un momento en que las moléculas de los extremos en contacto se extenderán fuera de los límites físicos de su barra, entrarán en la zona de atracción cohesiva de las moléculas igualmente vibrantes de la otra, mezclándose para constituir un solo cuerpo.

Si retiramos la fuente de calor, estos metales así dispuestos iniciarán su enfriamiento, las vibraciones moleculares irán perdiendo poco a poco su amplitud al mismo tiempo que se verificará una mayor cohesión molecular, lo que dará una unión más firme a las barras que, en forma indisoluble, se dispondrán para constituir un solo cuerpo.

Esta forma de unión, sin la ayuda de otra sustancia, es conocida, tal como se ha dicho, con el nombre de "soldadura autógena", o "por sí misma", que se consigue por la unión parcial de las superficies en contacto.

Veremos ahora el proceso íntimo que se produce cuando se pretende unir dos trozos metálicos con interposición de una sustancia que denominamos "soldadura".

Esta sustancia que se interpone posee un punto de fusión más bajo que el de los metales a unir, de manera tal, que, al aplicar la fuente de calor directa, y uniformemente a los trozos metálicos así dispuestos, sus moléculas aumentarán gradualmente sus oscilaciones, tal como vimos anteriormente, a medida que aumenta la temperatura, pero las oscilaciones de la molécula de las soldaduras serán de mayor amplitud que las de los trozos a unir. Si continuamos con este mismo régimen, se producirán, en un momento dado, la fusión de la soldadura y sus moléculas en pleno movimiento, se mezclarán con las moléculas ampliamente vibrátiles, pero sin llegar a la fusión de las superficies de los trozos metálicos a unir, dando lugar a la formación de un cuerpo único.

Si ahora, sin estas condiciones, retiramos la fuente de calor, so-

brevendrá poco a poco el enfriamiento y con él la disminución gradual de las oscilaciones moleculares. al mismo tiempo que aumentará la atracción molecular con lo que se conseguirá una unión firme e indisoluble, por el método que denominaremos "soldadura ordinaria común".

Requisitos comunes en los trabajos de soldaduras

Para conseguir que los fenómenos explicados se verifiquen, y de ello resulte, por tanto, la correcta soldadura de los metales, es necesario tener en cuenta una serie de principios, algunos de los cuales los resumimos a continuación:

Limpieza de los extremos a soldar

Los extremos metálicos a unir deberán estar desprovistos de sustancias extrañas. La presencia de cualquiera de estos elementos que el calor no pueda volatizar, constituirá una verdadera barrera que impedirá que las moléculas, que deberán entrar en estado de oscilaciones, lleguen a ponerse en contacto con las moléculas similares del metal vecino.

Para limpiar las piezas disponemos de medios mecánicos y químicos; el primer procedimiento se consigue avivando la superficie mediante limas o esmeril.

La limpieza química, para el caso del oro, que es el tipo de metal al cual nos referimos preferentemente, consiste en calentar al rojo sombra los trozos a unir; en este estado, introducirlos en ácido clorhídrico o en ácido sulfúrico al 30 por 100.

Estas sustancias químicas tienen la propiedad de eliminar las grasas y reducir los óxidos.

Una vez realizada esta operación es necesario lavar las piezas con agua común, o, mejor aún, con agua bicarbonatada, y después secar con un lienzo. A menudo es menester repetir estas maniobras para conseguir una limpieza completa.

Los óxidos metálicos, que son elementos que impiden las soldaduras, se producen al usar la llama oxidante o al exponer el metal caliente en contacto con el aire.

Cuando la soldadura está oxidada tiene alta tensión superficial, y al fundirse toma inmediatamente una forma esférica y en estas condiciones el corrimiento no se produce.

Mediante el empleo de fundentes se consigue remover los óxidos, como así también impedir, en cierta medida, que se formen nuevas oxidaciones, y permitir por tanto que la soldadura corra con facilidad.

La atracción superficial del oro para soldadura es mayor que la del oro por fundente, por tal motivo, al fundirse la soldadura, fácilmente desalojará al fundente ocupando su lugar.

Cuando se trata de soldar oro o platino, se puede evitar el uso de fundentes siempre y cuando en las condiciones correctas que estos metales exigen y con el debido uso de la llama; pero si se trata de soldar plata, cobre y demás metales fácilmente oxidables, es muy difícil soldarlos si no se agrega un buen fundente.

El fundente más empleado para soldar oro es el bórax o borato de sodio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$). Se lo utiliza en varias formas:

1. Haciendo una mezcla de bórax pulverizado en agua "crema de bórax".
2. Haciendo una solución acuosa saturada de bórax y ácido bórico, "fundente líquido"; y
3. Mezclando bórax con vaselina, lo que da lugar a una "pasta de bórax".

El bórax funde a 760 grados Centígrados, fundando, en consecuencia, una capa líquida que cubre a la manera de capa protectora las zonas metálicas que se desean soldar, reduciendo o disolviendo los óxidos, y, por tanto, preservándolos de los efectos del aire.

Su uso debe ser regulado, porque empleado en cantidad mayor que la necesaria puede transportar a la soldadura fuera de sus límites, ni tampoco en cantidad menor de la requerida, pues no alcanzaría a cumplir su cometido.

Superficies a soldar despulidas

Está comprobado que la soldadura corre con mayor facilidad y se adhiere mejor cuando los extremos a unir están ligeramente rugosos, detalle que se puede obtener con unos pasos suaves de lima o esmeril.

Superficies a soldar en contacto

Se acepta el concepto de que el corrimiento de la soldadura entre las superficies que deseamos unir se produce por capilaridad, ésta constituye una de las circunstancias que nos obliga a poner en íntimo contacto a las mencionadas superficies.

Además, debe existir continuidad metálica entre las piezas a unir, de lo contrario si éstas se encuentran separadas, por más que se eleve la temperatura y amplias que sean las vibraciones moleculares, no podrá salvar las distancias entre un extremo a soldar y otro.

Además de esta causa, la soldadura está constituida por un metal o aleación metálica de calidad inferior al que deseamos unir, y, por otra parte, es metal fundido; siendo así, cuando menos voluminoso sea una soldadura, la pieza ofrecerá mayor resistencia, y para obtener estas uniones con poca soldadura las superficies a unir deberán estar lo más aproximadas posibles.

Calidad de la soldadura

Las "soldaduras de oro", denominándose así las que se preparan para trabajos de oro, presentan diferentes quilatajes y puntos de fusión. Por lo regular, cuando más elevado es su quilataje o más proximidad existe entre el grado de fusibilidad de la soldadura y la del metal a unir, mayor resistencia ofrecerá la zona soldada.

Generalmente, cuando más elevado es el punto de fusión de la soldadura, la aleación que representa ofrecerá mayor proporción de metales no oxidables a la temperatura ambiente y, como consecuencia de ello, esta aleación presentará menos probabilidades de ser atacada por los líquidos bucales.

La soldadura autógena, o "por resudado" como también se la denomina, constituye la unión de mayor calidad, dado que ésta se reproduce directamente entre las piezas a soldar, es decir, sin la interposición de ningún otro metal.

Calentamiento

Para conseguir buenas soldaduras es indispensable disponer de una fuente de calor útil, calentar uniformemente la pieza primero, para luego, y en un momento dado, acumular en la zona a unir el calor suficiente para provocar la fusión de los metales.

La soldadura corre siempre hacia la parte más caliente del trabajo a soldar y, al ser calentada, absorbe gases que son eliminados a medida que se enfría, pero si la soldadura no ha llegado a su correcto estado de fusión, no solamente no se obtendrá la perfecta unión de los extremos a soldar, sino que, además de enfriarse, podrá dejar aprisionados algunos gases, dando por lo tanto uniones débiles denominadas

“esponjas”. Esta causa nos permite indicar la necesidad de calentar uniformemente las zonas de las piedras destinadas a ser soldadas, con lo que se conseguirá un mejor corrimiento y una mayor solidez de la soldadura.

Ahora bien, se requiere, además, que el calentamiento no sea muy prolongado, es decir, que apenas producido el corrimiento de la soldadura, se retire la fuente del calor para evitar la fundición de ciertas zonas del trabajo, que no nos interesa fundir.

Por otra parte, el mantenimiento prolongado de un metal labrado a alta temperatura produce una recristalización de su estructura, reduciendo considerablemente su resistencia a la flexión, tracción y torsión; de aquí se deduce la necesidad de realizar los trabajos de soldadura con la mayor rapidez en pro de los mejores resultados.

Fuentes de calor

Imposible será lograr una soldadura si no se cuenta con una fuente de calor útil. Entre éstas nos dedicaremos a esbozar las provenientes de “mezclas gaseosas” y la “eléctrica”

Mezclas gaseosas.—Son varias las mezclas gaseosas con que podemos contar; su elección dependerá del trabajo a realizar, así como de la temperatura que los metales a utilizar necesitarán para ser soldados. El oxígeno mezclado con el gas de alumbrado, o con el hidrógeno, o con el acetileno, da mezclas gaseosas que logran fuentes de calor capaces de desarrollar las temperaturas anotadas a continuación. A éstas también agregaremos una mezcla de aire y el gas de alumbrado muy empleada en el laboratorio de prótesis.

A erogas (aire y gas de alumbrado) ...	1550° C.
Oxigas (oxígeno y gas de alumbrado) ...	2000° C.
Oxídrica (oxígeno e hidrógeno)	2500° C.
Oxiacetilénica (oxígeno y acetileno)	3000° C.

Soldadura eléctrica.—El conocerse el calor intenso que, en un momento dado, desarrolla la electricidad, llevó a la oportunidad de emplearla como fuente de calor.

La aparición de los “aceros inoxidable” en odontología hizo indispensable su utilización como fuente de calor para producir soldaduras de éstos.

La soldadura eléctrica se puede realizar mediante dos procedimientos:

1.º *Por aproximación* o, como también se la conoce", por incandescencia" o "por cortocircuito". Consiste en poner en contacto las piezas que se quieren soldar, y colocarlas en un cortocircuito eléctrico de bastante intensidad, como para producir la fusión de las partes que se quieren unir en forma permanente e indisoluble.

Lo que en realidad se consigue mediante este procedimiento es una soldadura autógena; pero, para que la soldadura eléctrica resulte perfecta, es necesario que las piezas a unir no contengan fósforo ni silicio.

En la ejecución de la soldadura eléctrica puede, indistintamente, emplearse corriente continua o alternada de reducido voltaje (cuatro o cinco voltios) y de una intensidad de corriente que puede llegar desde 150 a varios miles de amperios por centímetro cuadrado de sección.

2.º *Soldadura por arco*.—Se la emplea en la industria metalúrgica. En Odontología se la ha empleado para poder fundir acero "Wipla", que tiene un punto de fusión elevado.

Al pasar corriente eléctrica a uno del otro por escasa distancia, la resistencia que le ofrece el aire origina una gran cantidad de calor, que puede llegar a 3.700 grados centígrados. Este fenómeno es lo que se llama "arco voltaico".

Fijeza de las piezas a soldar y técnica de la soldadura

Para conseguir contacto entre los extremos a soldar, tal como hemos pretendido explicar, y al mismo tiempo, para mantener a las piezas a unir en determinada relación, es menester dar fijeza a las mismas, para lo cual se conocen los siguientes medios: ligaduras de alambre, tenacillas especiales y sustancias de revestimiento.

Para soldar ganchos se utilizan, generalmente, tenacillas especiales para soldadura. Este procedimiento consiste en llevar directamente a la llama de un pico de Bunsen o de un soplete adecuado la pieza a soldar, correctamente tomada con el mencionado instrumento.

Para los casos de soldaduras de bandas resulta preferible el empleo de ligaduras de alambre. Para evitar que estos alambres se suelden a las bandas, lo que ocasiona, cuando sucede, todo un contratiempo, es buena práctica pintarlos, antes de envolver la banda, con algún antifundente, como bien puede ser el óxido de zinc mezclado con agua o alcohol, en cantidad suficiente como para constituir una pasta.

En las soldaduras de ganchos y bandas se puede emplear el método autógeno o el de soldadura; el primero requiere mayor habilidad que para las soldaduras comunes, pero con un poco de práctica se logra dominar el arte, obteniéndose la más perfecta de las uniones.

Este procedimiento exige la perfecta utilización de la llama, un buen ojo y una mano firme con un respetable grado de saber lo que hay que hacer. Requiere el correcto calentamiento de las porciones metálicas a unir, de modo que, cuando los extremos en contacto se fundan, la masa de metal se encuentre muy cerca de su punto de fusión, pero no en él; un poco menos de calor no producirá unión, y un ligero exceso estropeará el trabajo. Es necesario tener muy presente hasta donde se debe llegar y cuando se debe detener.

Para soldar directamente a llama, empleando soldadura común, se deberá colocar a ésta sobre la línea de contacto que ofrecen entre sí los dos extremos metálicos que deseamos unir, mantenidos en esta posición en la forma ya descrita.

Las demás indicaciones para este tipo de soldaduras son semejantes a las dadas para la soldadura autógena, aunque sus pasos se realizan con menos peligro de fundir las piezas.

En todos los trabajos de soldaduras, tanto autógenas como comunes, se produce una recristalización del metal en el lugar de unión. Con el objeto de vencer esta cristalización, que se traduce por una zona de debilidad frente al resto del metal se aconseja, especialmente para los trabajos de bandas y ganchos, colocar convenientemente a estas piezas en un yunque y, con un martillo apropiado, forjar la zona soldada. Con este tratamiento se consigue restaurar su disposición molecular, y con ella, obtener una mayor condensación del metal, lo que da, por tanto, mayor tenacidad y resistencia.

Hemos dicho que existe otro procedimiento para mantener en contacto las piezas a soldar, es decir, mediante el empleo de los revestimientos para soldaduras.

Este sistema es utilizado de preferencia cuando se pretende mantener con gran exactitud, y de acuerdo a ciertas preferencias, a dos o más piezas metálicas que se desean pulir.

Para emplear esta técnica es preciso fijar las piezas a unir en su posición correspondiente mediante el empleo de cera resinosa, luego se prepara en forma debida una mezcla de revestimiento y agua, y se envuelve a este conjunto metálico, a excepción de la parte cubierta de

cera, que une temporariamente las diferentes piezas que han de constituir el aparato.

Se deja fraguar el revestimiento y luego se elimina totalmente la cera con un buen chorro de agua hirviendo.

Las superficies a soldar deberán quedar ampliamente cubiertas, exponiéndose así fácilmente a la acción de la llama, y en perfecto estado de limpieza. Es preferible no descubrir ninguna otra parte del trabajo, con lo cual se evita la posibilidad de fundirlo.

Si el trabajo a soldar resulta ser una prótesis con dientes a espiga, por ejemplo, es necesario asegurarse de que las porcelanas estén bien protegidas por el material refractario; si, por el contrario, alguna parte de porcelana queda descubierta, puede penetrar bórax, incrustarse en ella y terminar con su fractura.

Es prudente proceder a efectuar el soldaje apenas pasado un intervalo de tiempo de dos horas, aproximadamente, después de revestidas las piezas. En esta forma se consigue evitar que la sustancia refractaria pierda su agua de cristalización, evitando así posibles resquebrajaduras del mismo material. Si, por circunstancias especiales, se ha debido esperar mayor tiempo, dos días por ejemplo, se aconseja introducir el "block" de revestimiento en agua antes de disponerlo para soldar.

Teniendo en cuenta estos requisitos, procedemos ahora a colocar la pieza sobre una rejilla metálica y ésta, a su vez, encima de la llama de uso de un soplete adecuado, y de un generador apropiado. El calentamiento debe ser lento y gradual, extremando estas precauciones si las piezas a soldar poseen porcelanas.

El agua de revestimiento va calentándose gradualmente de fuera hacia dentro, llegando el calor con toda lentitud al interior del "block". Si existen porcelanas, éstas recibirán el calor gradualmente y en la misma proporción experimentarán su expansión sin fracturarse.

Insistiendo con esta distribución uniforme del calor, llegará un momento en que el metal tomará una coloración rojiza; en estas condiciones debemos pasar el trabajo a un "block" de amianto, para continuar el calentamiento mediante el uso de un soplete adecuado, y recién en este momento, aconsejamos de acuerdo a las exigencias del caso, y tomando estos trozos con pinzas apropiadas los colocamos entre las superficies a soldar, de modo que tomen contacto entre ambas. Ahora colocamos un poco de fundente, que, según hemos dicho, para los trabajos de oro se utiliza generalmente el bórax.

Si seguimos con todo cuidado estas indicaciones y aplicamos ahora el soplete, con su llama reductora, ésta no tardará en realizar su corrimiento.

Logrado este resultado, se retira la fuente del calor, y si se trata de piezas de oro, se dejan enfriar hasta que el total pierda su coloración rojiza, luego se lleva al agua, se retira el revestimiento, se lava y, por último, se calienta al rojo sombra y se introduce en el ácido. Con este tratamiento se logra limpiar el oro, así como devolver su temple si es que el caso particular así lo requiere.

Si se trata de piezas que poseen porcelanas, el enfriamiento deberá ser muy lento para evitar que este material experimente una contracción brusca, que necesariamente llevará a su fractura. Para limpiar y desoxidar estas últimas piezas, se aconseja colocarlas en un recipiente que contenga ácido sulfúrico al 30 por 100, o ácido clorhídrico y llevarlas luego a un generador de calor hasta conseguir en el líquido una temperatura de 35 grados centígrados, aproximadamente.

Con este tratamiento observaremos que el metal tomará su aspecto de limpieza y su color característico del metal libre de óxidos, habiendo logrado este estado sin peligro de fracturas de las porcelanas.

Por último y para finalizar, nos queda el lavado en agua común, o más bien agua bicarbonada y el secado en un lienzo.

(*per* "Prot. Act.", X; 41.)