

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
(ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ESTOMATOLOGÍA)**



INSTRUMENTAL EN ODONTOLOGÍA

**Autor: JOSÉ M^a VEGA DEL BARRIO
(Profesor titular).**

Con la colaboración de:

**Juan José Hidalgo Arroquia (Profesor titular) y
Alfonso García de Andrés (Profesor asociado).**

Madrid, abril de 2010.

Resumen: Se presentan los principios básicos de la instrumentación en odontología, tanto con instrumentos simples como con instrumentos complejos.

Summary: Abstract: We present the basic principles of instrumentation in dentistry, both with simple tools and complex instruments.

Palabras clave: Instrumentos simples en odontología. Instrumentos complejos en odontología

PRESENTACIÓN

El contenido de la presente publicación es fruto de una continuada labor de revisión y adaptación llevada a cabo durante los últimos años, para ofrecerla a los estudiantes de segundo año de Odontología a través del campus virtual, en la asignatura “Materiales Odontológicos, Equipamiento, Instrumentación y Ergonomía”. Con la entrada en vigor de los nuevos planes de estudios hay una asignatura independiente dedicada a Biomateriales Odontológicos, cuyo contenido no se contempla aquí. La información sobre ergonomía, equipamiento e instrumentación, está muy dispersa y es cambiante en poco tiempo. Lo que ahora presentamos, en este nuevo formato aprovechando la disponibilidad que ofrece la Universidad Complutense de Madrid, son unos contenidos básicos sobre INSTRUMENTOS SIMPLES E INSTRUMENTOS COMPLEJOS EN ODONTOLOGÍA, para que pueda ser consultado por quien tenga que acercarse al conocimiento básico del complejo mundo tecnológico aplicado a la odontología clínica. Debido a ello, los diferentes temas se presentan desde la óptica de los principios generales. Como en el caso de la ergonomía o del equipamiento, se ha utilizado siempre un lenguaje sencillo, huyendo de una terminología muy técnica o abigarrada para que pueda ser fácilmente comprensible. Así mismo, parece oportuno resaltar el esfuerzo de síntesis que ha sido necesario realizar para presentar todo lo que se ofrece en un espacio relativamente breve, ya que la información procede de múltiples fuentes tanto libros como revistas y diversa normativa internacional. Insistimos en que aquí se contemplan, sobre todo, principios generales. Estar al día en la última novedad o en el ulterior desarrollo tecnológico de diversas aplicaciones concretas obliga a todos los profesionales sanitarios a una continua labor de reciclaje y de puesta al día, mediante la consulta de normativas internacionales, autonómicas, locales, etc., ya que pueden cambiar con cierta rapidez.

Las personas que han colaborado en este trabajo pertenecen al Área de Conocimiento de Estomatología y tienen largos años de experiencia docente en la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense. Solo queda, por último, expresar un profundo reconocimiento a todo el personal de la Biblioteca de la Facultad de Odontología de la UCM sin cuyo concurso e inestimable colaboración, en todo momento, no hubiera sido posible ni la recopilación ni la edición.

José M^a Vega del Barrio

ÍNDICE

	Página
PRESENTACIÓN	1
INSTRUMENTACIÓN 1: INSTRUMENTOS SIMPLES EN ODONTOLOGÍA	3
INSTRUMENTACIÓN 1: IMÁGENES.....	13
INSTRUMENTACIÓN 2: INSTRUMENTOS COMPLEJOS I. Instrumentos destinados a desgaste, abrasión y pulido. Estudio especial de instrumentos rotatorios.....	26
INTRUMENTACIÓN 2: IMÁGENES.....	41
INSTRUMENTACIÓN 3: INSTRUMENTOS COMPLEJOS II. Espectro electromagnético. Estudio especial de la fotopolimerización	60
INSTRUMENTACIÓN 3: IMÁGENES.....	71
INSTRUMENTACIÓN 4: INSTRUMENTOS COMPLEJOS III. Ultrasonidos y vibradores sónicos. Vibradores y mezcladores mecánicos.....	75
INSTRUMENTACIÓN 4: IMÁGENES.....	85
INSTRUMENTACIÓN 5: INSTRUMENTOS COMPLEJOS IV. Bisturí eléctrico. Pulpovitalómetro. Localizadores de ápice. Radiación láser.....	92
INSTRUMENTACIÓN 5: IMÁGENES.....	100
INSTRUMENTACIÓN 6: INSTRUMENTOS COMPLEJOS V. aplicaciones instrumentales de la temperatura y de la presión	108
INSTRUMENTACIÓN 6: IMÁGENES	116

INSTRUMENTACIÓN 1. INSTRUMENTOS SIMPLES EN ODONTOLOGÍA

1. INSTRUMENTACIÓN EN ODONTOLOGÍA. CONCEPTOS GENERALES SOBRE INSTRUMENTOS SIMPLES E INSTRUMENTOS COMPLEJOS.

Como premisa y comentario previo, resulta interesante aludir al concepto de producto sanitario incluido en las normas ISO, donde se define literalmente:

“Producto sanitario: Cualquier instrumento, dispositivo, equipo, material u otro artículo, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos a fines de:

- *Diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad, compensación de una lesión o de una deficiencia*
- *Investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico*
- *Regulación de la concepción*

y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios que alcanzan su pretendida acción principal en o sobre el cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos, pero a cuya función pueden contribuir tales medios.”

La redacción es farragosa pero todo el instrumental, tanto simple como complejo, debe ser contemplado bajo esta óptica.

Por otra parte, la norma UNE-EN 1639: 1996, define:

- *“Instrumento dental: instrumento especialmente diseñado para el uso en el ejercicio de la odontología. Puede ser accionado manualmente a motor o de ambas maneras”.*
- *“Instrumento dental accionado a motor: instrumento dental diseñado para ser accionado mediante una fuente de energía interna o externa de la que recibe la potencia necesaria para la función prevista”.*
- *“Instrumento dental accionado manualmente: instrumento dental diseñado para funcionar respondiendo a los movimientos del operador sin ninguna otra fuente de energía”.*

Los instrumentos utilizados en odontología son múltiples. La mayoría proceden o han surgido de la propia práctica odontológica. Sin embargo, otros tienen su origen en la cirugía general, o en alguna de sus especialidades, y han sufrido las adaptaciones pertinentes. Al hablar en general de instrumental suele pensarse únicamente en los llamados instrumentos o “herramientas” que maneja manualmente el operador. Pero la tecnología moderna ha puesto a nuestra disposición

muchos otros tipos. Por ello, hay que recurrir al artificio de dividirlos en dos grandes grupos: los que vamos a denominar instrumentos **simples** y los que vamos a englobar como instrumentos **complejos**.

Los instrumentos simples, también llamados instrumentos estáticos, que se estudiarán en el presente capítulo, engloban todo el conjunto de instrumentos manuales que el profesional acciona manualmente por sí mismo, sin otra ayuda o fuente exterior. Constituyen la inmensa mayoría de los utensilios de la práctica habitual. Pueden ser entendidos como pequeños útiles manuales específicamente diseñados para ejecutar diferentes técnicas y maniobras. Son auténticas “herramientas” que vienen a representar “prolongaciones de manos, dedos y uñas del operador”. Merced a ello, éste puede concentrar y dirigir su actividad profesional de forma eficaz, precisa, puntual y, cuando es necesario, potente.

Los instrumentos complejos, que reciben también el nombre de instrumentos dinámicos, son aquellos que poseen un cierto grado de complejidad tecnológica y que, a pesar de estar manejados por la mano del profesional, necesitan estar conectados a una unidad específica (fuente de energía o máquina) que les suministre alguna característica propia tal como aire comprimido (instrumentos rotatorios), luz halógena (fotopolimerización), corriente eléctrica rectificada (bisturí eléctrico), presión negativa (aspiradores quirúrgicos), ultrasonidos, láser, etc. Se estudiarán en los capítulos siguientes.

**MANEJO, SEGURIDAD, ETC. DE INSTRUMENTOS Y MATERIALES, ESTÁ SUJETO A
NORMATIVAS Y REGULACIONES INTERNACIONALES Y QUE ÉSTAS SON
PERIÓDICAMENTE ACTUALIZADAS.
ES PRECISO ACLARAR QUE TODO LO QUE SE REFIERE A CONSTITUCIÓN, POR
ELLO, SIEMPRE ES ACONSEJABLE CONSULTAR LA EDICIÓN MÁS RECIENTE DE LA
NORMATIVA Y LA INFORMACIÓN DE LOS PROPIOS FABRICANTES QUE,
GENERALMENTE, VIENE PROPORCIONADA EN FORMA DE NORMAS DE USO,
FOLLETOS ILUSTRATIVOS Y MATERIAL DE ACONDICIONAMIENTO EN GENERAL.**

La propia naturaleza de los instrumentos complejos significa, necesariamente, que poseen cables, conducciones, alimentadores, etc. que los unen a algún área “centralizada” y concreta. Pueden constituir unidades independientes depositadas sobre cualquier superficie o mesita (fija o rodante) o estar incluidos en el conjunto constituido por el equipo o columna, como una subunidad del mismo. En el capítulo siguiente se hablará sobre ellos.

2. LOS INSTRUMENTOS SIMPLES

Hay muchas variedades. Puede decirse que, en la práctica, cada ámbito odontológico o tipo de intervención tiene sus propios instrumentos. Una forma sencilla de clasificarlos y describirlos es:

- Instrumentos de un solo componente.
- Instrumentos de dos componentes.
- Instrumentos de más de dos componentes.
- Instrumentos especiales.

Esta clasificación no engloba todos los instrumentos odontológicos sencillos, pero permite una primera aproximación con un criterio de perspectiva general.

El material más ampliamente utilizado en la elaboración de instrumentos simples es el acero inoxidable, pero también puede encontrarse el aluminio, el titanio y, en ocasiones, algunos mangos pueden ser de materiales cerámicos o, incluso, de plástico. Hay casos en que los extremos activos de ciertos instrumentos, a los que se les demanda mayores exigencias mecánicas, pueden estar constituidos por carburo de tungsteno. Eventualmente, algunos pueden ser recambiados cuando se deterioran, lo que permite alargar la vida del instrumento. En otras ocasiones, ciertos extremos de instrumentos, para hacerlos menos adherentes frente a materiales, pueden ir revestidos de alguna otra sustancia (por ejemplo, politetrafluoretileno). En ciertas intervenciones microquirúrgicas (oftalmología, etc.) y en cirugía implantológica dental, puede haber instrumentos fabricados en titanio. En las técnicas microquirúrgicas, el titanio tiene la ventaja del poco peso (densidad de 4,5 g/cm³), con lo que puede atenuar la fatiga manual del cirujano en intervenciones muy delicadas y largas. Cuando es preciso manejar implantes elaborados con titanio, se han desarrollado instrumentos (pinzas, etc.) específicos en titanio, con el fin de evitar heterogeneidades durante la manipulación; un efecto indeseable es siempre -y en implantología más, si cabe-, el de la aparición de fenómenos electro-galvánicos cuando, en un medio electrolítico como la saliva o el medio interno, entran en contacto metales muy heterogéneos. En otras ocasiones, los extremos de los instrumentos que han de entrar en contacto con implantes, para no dañarlos, son de plástico, (aunque el mango sea de acero).

2.1. INSTRUMENTOS DE UN SOLO COMPONENTE

Los instrumentos de un solo componente pueden esquematizarse descomponiéndolos en tres partes: mango, cuello y parte activa (**figura 1.1**):

- A. **Mango o empuñadura (cuerpo)**.- Es la parte por donde se toma, sostiene o aprehende. Puede ser de sección variable, circular o poligonal. Contiene estrías o irregularidades, diseñadas con criterios ergonómicos, para facilitar su manejo y que no resbale. La morfología puede ser tan variable como desde la potente de un elevador para raíces hasta la fina de una sonda. Si el instrumento es activo por ambos extremos (cucharillas, sondas, etc.), se llama doble. Si sólo es activo por uno de sus extremos se le denomina de mango largo (**figura 1.2**). Existen, también, mangos para instrumentos intercambiables.
- B. **Cuello**.- Es una zona cónica que une mango con parte activa. Puede ser recto o presentar diferentes acodaduras. Ello facilita el acceso de la parte activa a zonas difíciles. Existen instrumentos sin angulaciones o rectos, instrumentos con una angulación, con dos angulaciones o con tres angulaciones (**figura 1.3**).
- C. **Parte activa**.- A veces, se denomina cabeza (por ejemplo, en las fresas). Puede adoptar muy diferentes formas. Es la que da nombre al instrumento. En resumen, se esquematizan, a continuación, algunas de las formas de la parte activa más usadas en nuestro medio:
 - **SONDA**: se denomina así cualquier instrumento que acabe en una punta larga y fina. Se utiliza para funciones de exploración y, eventualmente, de evacuación. Una sonda característica en el mundo dental, es la denominada sonda periodontal. Acaba en una punta roma o en una pequeña bolita, para no herir o puncionar la encía, durante las maniobras exploratorias. Lleva unas marcas

que permiten medir en milímetros la profundidad del surco gingival o de las eventuales bolsas periodontales que pudiera haber (**figuras 1.4.**).

- **BISTURÍ:** instrumento con una hoja larga y plana y un borde lateral cortante. Hay muchas formas. En la **figura 1.5.** se muestra un tipo de mango para hojas intercambiables y dos de las diferentes variedades. Las más utilizadas en el campo quirúrgico bucal suelen ser la número 15, seguidas de la 11 y la 12. Se recomienda que sean de un solo uso, por lo que van provistas de un surco o muesca que permite su recambio del mango con facilidad.
- **EXCAVADOR (también CUCHARILLA):** es un instrumento que termina en forma de un pequeño disco plano, con el contorno cortante. Si tiene forma circular se puede llamar “discoide”. Si tiene forma de pera, “piriforme”. Si tiene una forma o extremo agudo y una zona central aproximadamente triangular con dos bordes cortantes de denomina “cleoide”. Su uso principal es durante la preparación de cavidades dentarias (remoción de dentina careada principalmente). Cuando se trata de discos cóncavos -como una pequeña cuchara o cazoleta-, pero de mayor tamaño, o alargados más o menos espatulados, se les denomina cucharilla para legrados: se usan para remover restos del interior de cavidades óseas, alveolos dentarios, etc. (**figura 1.6.**).
- **CURETA o LEGRA (también RASPADORES):** Lo característico es que tienen bordes afilados y cortantes. Se usan, preferentemente, para remover o legrar superficies radicales en bolsas periodontales, cirugía periodontal, etc. (**figura 1.7.**).
- **ESCOPLO O CINCEL:** se trata de una lámina larga de sección rectangular, con el extremo afilado en forma de bisel. El bisel puede ser tallado a expensas de una de sus caras (bisel simple) o a expensas de las dos caras (bisel doble) (**figura 1.8.**). Pueden ser de muy diferente tamaño. En general, se emplean para tejidos duros. Los más grandes son para cirugía ósea. Actualmente, son de uso limitado: es más práctico y menos molesto para el paciente, el instrumental rotatorio de baja velocidad. Los más pequeños se utilizan para recortar pequeños excesos de tejido dentario (dentina o esmalte). Pueden estar angulados o curvados. El recortador de margen o ángulo gingival puede considerarse una forma pequeña de un cincel.
- **HACHITA:** instrumento manual de corte angulado cuyo borde cortante se encuentra en el mismo plano del eje general del mango. Sirve para recortar manualmente pequeñas zonas de tejido dentario y terminar preparaciones cavitarias (**figura 1.9.**).
- **AZADA (azaduela):** instrumento manual de corte angulado cuyo borde cortante se encuentra en un plano perpendicular con respecto al eje general del mango. Idénticos usos que en el caso anterior (**figura 1.9.**).
- **ESPÁTULA:** instrumento recto, de extremo ancho y plano, que suele emplearse para extender sustancias; realizar mezclas de materiales (cementos, elastómeros, etc.) sobre superficies planas; tomar pequeñas porciones de materiales; calentar cera; modelar; etc. Hay diferentes variedades. No hay que confundir espátula con instrumento plástico (**figuras 1.10 y 1.11 B.**).
- **PLÁSTICO:** instrumento, en general doblemente acodado, espatulado, pero de pequeñas dimensiones, que sirve para dar forma y modelar sobre el diente materiales en estado plástico (amalgamas, resinas compuestas, etc.). Su nombre indica que se usa para dar forma “plástica” a materiales, no que su composición sea de plástico (**figura 1.11 A.**).

- **CONDENSADOR:** instrumento que se utiliza para compactar, condensar o empaquetar materiales en el interior de cavidades. Pueden considerarse idénticas las denominaciones de condensador, atacador y “obturador”. Puede ser de diferentes formas, bien pequeños cilindros, de diferentes diámetros y longitudes, bien pequeñas esferas. Un generoso etcétera debe terminar este párrafo (**figura 1.12**).
- **BRUÑIDOR:** instrumento manual (también los hay rotatorios), con una parte activa más o menos esferoidal, grande, generalmente lisa, que se emplea para trabajo en frío sobre superficies metálicas, para obtener un acabado terso, liso y brillante. También puede usarse para mejorar la adaptación y “cerrar” la interfase o espacio entre ciertos materiales metálicos y los bordes de las preparaciones dentarias.
- **ELEVADOR DENTAL:** tipo de palanca especialmente diseñada para ser utilizada en la extracción de los dientes o raíces. También son conocidos como botadores. Hay muy diferentes modelos. Los más típicos quedan representados en la **figuras 1.13 y 1.14**.

En el lenguaje común de la práctica diaria, un instrumento suele denominarse adecuadamente según una terminología típicamente descriptiva, como, por ejemplo: “condensador doble de bola, biangulado”; con ello estaríamos refiriéndonos a un instrumento doble – es decir, activo por sus dos extremos - en los que presenta sendas esferas o bolas (generalmente de diferente diámetro)- y con dos ángulos en sus tallos (biangulado). No obstante, existen fórmulas, mediante números, para designar los instrumentos. Sin entrar en detalles prolijos, únicamente indicar que dichos números hacen referencia a angulaciones, en grados, con respecto al eje mayor del instrumento, a anchura de la hoja, a longitud de la misma, etc. Así mismo, indicar que hay ocasiones en que las angulaciones de las partes activas son hacia “la derecha” o hacia “la izquierda”, con respecto al eje principal del instrumento, al objeto de permitir el acceso del instrumento a zonas del diente complicadas en diferente lado y/o hemiarcada. Para su identificación, la norma UNE-EN 21942-3: 1993, facilita la siguiente definición: **Posición normalizada para los instrumentos manuales de corte.- “ Posición desde la cual el operador debe observar el instrumento para poder identificarlo, es decir, con el mango orientado hacia el operador y la pieza de trabajo orientada hacia arriba”.** De esta forma pueden identificarse cinceles, azadas, hachuelas, etc.

Muchos de los instrumentos manuales cortantes, como los periodontales (curetas, etc.), están provistos de bordes delicadamente afilados que es necesario, con alguna frecuencia, volver a afilar. Esta maniobra puede ejecutarse en la propia clínica, mediante la denominada piedra de Arkansas (muy dura y de grano fino) o mediante ciertas piedras circulares preparadas y montadas para instrumentos rotatorios. Estas maniobras se facilitan mediante el auxilio de algún agente lubricante.

2.2. INSTRUMENTOS DE DOS COMPONENTES

Son instrumentos de *dos componentes* aquellos en los que en su constitución entran dos partes. La conjunción entre ambas partes puede realizarse de diferentes maneras. Unas veces es una soldadura el elemento de unión, como en el caso de las pinzas elásticas corrientes (**figura 1.15**). En otras ocasiones, y es lo más característico, la conjunción se realiza merced a un tornillo, remache o cualquier artificio que sirve de eje de giro. Se incluyen aquí tijeras, fórceps, alicates, pinzas de presión continua, etc., cuya descripción se realiza más adelante. En estos instrumentos hay dos partes bien diferenciadas a un lado u otro del eje de giro o de conjunción. Una es la parte activa, formada por dos picos, dos hojas, cuchillas, valvas, etc. Aunque en estos instrumentos no se habla

propiamente de cuello, también es posible dotarlos de angulaciones para permitir una mejor accesibilidad o manejabilidad. Por ejemplo, los fórceps para la arcada inferior presentan una angulación prácticamente en ángulo recto.

La otra parte es por donde el instrumento es tomado o sujetado. Está formada por dos ramas o brazos. En algunos casos, estos brazos acaban en sendos aros o anillos para la introducción de los dedos (tijeras, porta-agujas, pinzas mosquito, etc.). Entre las familias de instrumentos de dos componentes pueden mencionarse:

- PINZAS.- Instrumento metálico de dos ramas que se emplea para tomar, sujetar o fijar tejidos o materiales. Con un criterio meramente descriptivo puede hablarse de dos tipos de pinzas: pinzas de disección (elásticas) y pinzas de forcipresión (o de presión continua).
 - A) Pinzas elásticas.- Normalmente están abiertas; para cerrarlas únicamente se necesita presionarlas con los dedos. Cuando dejan de oprimirse vuelven a abrirse dada la elasticidad de sus dos componentes. Las más empleadas en este campo son la denominada de clínica, larga y con una acodadura en su extremo activo (**figura 1.15.**) y las de disección, como la de Adson, con dientes o sin dientes en sus extremos.
 - B) Las pinzas de forcipresión o de presión continua, sin embargo, están provistas de una llamada “cremallera” o sistema de dientes que permite su cierre o “bloqueo”, ya que no son elásticas. Quedan abiertas o cerradas según actúe o no el engranaje de la cremallera. Su finalidad principal es quirúrgica (para hemostasia), pero se usan en la clínica y en el laboratorio dental para tomar objetos menudos, colocarlos, sujetarlos, fijarlos o transportarlos. Las más corrientemente empleadas son las denominadas “mosquito” (rectas o curvas) (**figura 1.16.**). Para fijar y retorcer alambres durante maniobras de ligadura se utilizan la de Pean, la de Kocher, etc.
- TIJERAS.- Instrumento genuinamente de corte constituido por dos hojas afiladas opuestas y articuladas entre sí gracias a un eje de giro que permite su apertura o cierre. Los brazos o ramas acaban sistemáticamente en aros o anillos para los dedos. Existe una gran diversidad de tijeras para uso clínico. Se las suele denominar según las características de sus hojas: largas o cortas, de puntas afiladas o romas, rectas o curvas, etc. (**figura 1.17.**).
- ALICATES.- Son instrumentos con brazos generalmente curvos y puntas o extremos activos de muy diferentes formas (cónicas, planas, hemisféricas, piramidales, de corte o en forma de hoja, etc.). Los catálogos de las firmas comerciales suelen ofrecer una amplia variedad denominándolos según sus formas o usos o por los nombres de sus diseñadores. Son de amplio uso tanto en clínica como en el laboratorio. Sirven, según su forma específica, para sujetar objetos con firmeza, doblar o conformar alambres y láminas metálicas, adaptar coronas provisionales metálicas, cortar alambres, etc. (**figura 1.18.**).
- FÓRCEPS DE EXTRACCIÓN.- Tipo de pinzas especialmente diseñadas para la extracción de los dientes. Son instrumentos potentes, de dos valvas o partes activas, que poseen diseños y formas muy específicas para cada diente o grupo de dientes. En odontología, estomatología y cirugía bucal, es el nombre que reciben los instrumentos destinados a la extracción dentaria. Muchos autores los denominan también pinzas para extracciones (véase que el concepto de pinza es algo más amplio de lo que en un principio puede parecer). Hay muchos tipos de fórceps. En

general, cada grupo dentario, y dentro de cada arcada, dispone de su fórceps específico: para dientes superiores o inferiores, para molares superiores o inferiores, para premolares, para cordales, para raíces, etc. Como idea general, ahora, únicamente señalar que pueden tener una o varias angulaciones. Por ejemplo, los fórceps para la arcada inferior tienen una angulación en ángulo prácticamente recto; el llamado fórceps para raíces superiores tiene dos angulaciones (bayoneta); etc. (**figura 1.19.**). La parte activa, valvas o “picos” de los fórceps, como se ha indicado, es específica. Está condicionada a la anatomía radicular. Informaciones más precisas deben buscarse en bibliografía especializada sobre cirugía bucal.

- PORTA-AGUJAS.- Se trata de una variedad de pinza de presión continua que se utiliza para aprehender, sostener y dirigir la aguja, con el hilo, durante las maniobras de sutura.

2.3. INSTRUMENTOS DE MÁS DE DOS COMPONENTES

Los instrumentos de *más de dos componentes* no caben dentro de una descripción sistematizada. No pueden ser considerados complejos, ya que únicamente los maneja la mano del profesional, pero están diseñados merced a reconocida capacidad inventiva y aparecen dotados de cierta artificiosidad mecánica. Pueden citarse: las jeringas para anestesia (**figura 1.20.**); el portaclamps (**figura 1.21.**) y los clamps o grapas; el perforador del dique de goma (**figura 1.22.**); ciertos abre bocas; etc.

2.4. INSTRUMENTOS ESPECIALES

Hay muchos otros instrumentos odontológicos, que generalmente son de un solo componente, pero cuya diversidad de formas es tan amplia que no permiten ninguna sistematización. Algunas veces, como en el caso de los espejos, existe una simple rosca para unir dos partes (mango y espejo propiamente dicho), pero en este caso se considera en la práctica que es un instrumento de un solo componente. Encuadramos aquí, por lo tanto, un conjunto de instrumentos que pueden ser considerados como simples, pero que tienen ciertas particularidades, sobre todo en cuanto se refiere a su fabricación, morfología y manejo, y que no caben dentro de las descripciones anteriores a pesar de tener uno, dos o más componentes. Fundamentalmente, nos referimos a: separadores (**figura 1.23.**), boquillas o cánulas para aspiración; agujas para anestesia; instrumentos para endodoncia (limas, ensanchadores, etc.); cubetas porta-impresiones; etc.

2.5. CLASIFICACIÓN CLÍNICA DE LOS INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS POR SUS APLICACIONES.

Otra forma de clasificar los instrumentos es agruparlos según el tipo de uso o intervención clínica a que van destinados. De esta forma, es aconsejable, y muy útil, que en la clínica existan diversas bandejas o cajas (que a la vez sean esterilizables) con diferentes “familias” de instrumentos. Gracias a ello es más fácil planificar y ordenar las intervenciones. Así, en la práctica se pueden organizar bandejas para **exploración**, para **aislamiento**, para **periodoncia**, para **endodoncia**, para **ortodoncia**, para **cirugía**, para **cordales**, etc.

3. PRINCIPIOS BIOMECÁNICOS EN LOS QUE SE BASAN LAS TÉCNICAS CON INSTRUMENTOS SIMPLES

En otro orden de cosas, muchos de los instrumentos simples, a pesar de su aparente simplicidad, son auténticas máquinas sencillas gracias a las cuales el profesional dirige su esfuerzo o lo concentra en una zona. Cuando en cirugía bucal se trata de luxar una raíz mediante un elevador, cuando se sujeta un tejido con una pinza o cuando se corta un hilo con una tijera, se están aplicando, a veces a nivel no consciente, las leyes de la palanca. Otros ejemplos serían las limas, el corte con instrumentos rotatorios, etc.

Por biomecánica se entiende “la mecánica de los seres vivos”. Es decir, cuando una articulación y los músculos, tendones, nervios, etc. anejos ejecutan una actividad (levantar un peso, caminar, masticar, etc.), lo hacen gracias a que se desarrollan unas fuerzas convenientemente dirigidas y reguladas por las inserciones musculares, su distancia a las zonas de apoyo (leyes de la palanca, etc.). Pero esas fuerzas, recíprocamente, también tienen influencia sobre la conformación y el crecimiento del tejido óseo, la dirección y arquitectura de las trabéculas óseas, etc. Por ello, la biomecánica también se ocupa de “las repercusiones en los tejidos vivos de la aplicación de fuerzas mecánicas”. Así, cuando una lima actúa sobre la dentina en el interior de un conducto radicular para ensancharlo, o cuando un botador eleva una raíz, como ya se describió con anterioridad, también hablamos de biomecánica.

3.1. LAS LEYES DE LA PALANCA Y LOS INSTRUMENTOS EN EL CAMPO DENTAL

Todos los instrumentos aplican los conceptos básicos o leyes de la palanca. Como bien se recuerda, hay tres tipos, órdenes o géneros de palancas: de primero, de segundo y de tercer género u orden. Según el diccionario Oxford-Complutense: “*La ventaja mecánica o razón de fuerzas de una palanca (el cociente entre la carga y el esfuerzo) es igual al cociente entre la distancia perpendicular a la línea de acción del esfuerzo desde el punto de apoyo y la distancia perpendicular a la línea de acción de la carga desde el punto de apoyo.* Dicho en otras palabras, en toda palanca se cumple que el producto de multiplicar la potencia por la longitud del brazo de potencia ha de ser igual a la resistencia multiplicada por la longitud de su brazo. A continuación, se expone en qué consisten cada una de ellas y ejemplos respectivos de aplicaciones en el campo dental. La luxación y extracción de raíces dentarias, el funcionamiento de unas tijeras, de unas pinzas, etc. se basa en estos fundamentos.

El caso de la tijera servirá de ejemplo para evitar explicaciones más tediosas. Existen muchos tipos de tijeras con longitudes muy variables de sus extremos cortantes y de sus brazos. Para cortar elementos duros (alambres, láminas metálicas, etc.) se utilizará una tijera de hojas cortas y brazos largos. Es decir, la distancia del apoyo a la potencia será larga y la distancia del apoyo a la resistencia corta. Con ello se conseguirá con más facilidad (menor esfuerzo) cortar materiales más resistentes (**figura 1.24**).

3.2. ACCIÓN DE LAS LIMAS

Las limas son instrumentos metálicos (generalmente acero) alargados, de mayor o menor longitud, en forma de tiras, barras, varillas, etc., de diferentes secciones, con dientes o estrías cortantes por una, varias, o todas sus superficies. Lo que es importante es la disposición de dichos dientes cortantes. Pueden tener diferente tamaño, número y disposición adaptado al tipo de material o tejido (hueso, dentina, etc.) sobre el que se va a trabajar. La particularidad principal es la inclinación u

orientación de dichas estrías. Cuando se realiza el típico movimiento de trabajo con una lima (empujar – tirar), las estrías están orientadas para que sean más activas al “tirar”. Con esta disposición y sentido de la aplicación de la fuerza, el riesgo de producir lesiones en tejidos u órganos situados profundamente es menor (**figura 1.25**).

Hay instrumentos para usos dentobucales basados en la acción de una lima: por ejemplo, las limas para hueso, empleadas en cirugía bucal para remodelar rebordes óseos. El trabajo con limas sobre tejidos duros biológicos requiere entrenamiento y habilidad para ejecutar movimientos cortos, aunque dotados de cierta energía, con apoyo suficiente en zonas vecinas. Es importante evitar maniobras o movimientos incontrolados de los que puedan derivarse lesiones o accidentes imprevistos.

Los diferentes tipos de limas y ensanchadores para los conductos radiculares en endodoncia, obedecen a principios de actuación muy diversos a lo expuesto anteriormente. Entrar en ello se aleja mucho de los objetivos aquí perseguidos, por lo que información precisa debe buscarse en bibliografía especializada. Únicamente mostrar aquí algunas ideas generales sobre la constitución de estos instrumentos: Para limas y ensanchadores, en general, hay que considerar el diámetro, la morfología de la sección y la longitud. El mango es siempre muy corto, para ser tomado entre pulgar e índice. Contiene siempre diferentes identificaciones o codificaciones mediante colores, marcas, números, etc.

Por lo que respecta al diámetro, indicar que son instrumentos cónicos. Su base es siempre más ancha que la punta. En cuanto a la morfología de la sección, saber que es muy variable. Cuando se observan a simple vista, se aprecian estriaciones helicoidales de aspecto muy variable de unos instrumentos a otros. Esa diversidad viene condicionada por la sección del alambre con el que están elaboradas (triangular, cuadrado, etc.). Durante el proceso de fabricación, el alambre es sometido a fuerzas de torsión de diferente grado, con lo que los bordes del alambre se transforman en eficaces elementos cortadores, raspadores, etc. (figura 1.26). Sobre longitud nada que aclarar. Sólo hay que pensar en las diferencias anatómicas tan grandes que hay entre unos dientes y otros. Ello justifica diferentes longitudes, independientemente de que, además, existan pequeños topes elásticos en forma de pequeños discos perforados para adaptar la longitud de trabajo a cada situación clínica.

4. BIBLIOGRAFÍA

Barrancos J., Jiménez J.A. y Rodríguez G.A.: Instrumental. Capítulo 4 en: Barrancos J.: Operatoria Dental. (1999). Editorial Medica Panamericana S.A. Buenos Aires.

Diccionario Enciclopédico Plaza & Janés. 1976. Plaza & Janés S.A. Editores. Barcelona.

Llena M.C.: Instrumental e instrumentación en la Terapéutica Dental. (1997) Promolibro. Valencia.

McGRAW-HILL-BOIXAREU: Diccionario de Términos Científicos y Técnicos.1981.

Marcombo Boixareu Editores. Barcelona.

Schultz L.C. y cols.: Odontología Operatoria. Capítulo 3. 1969. Editorial Interamericana S.A. México.

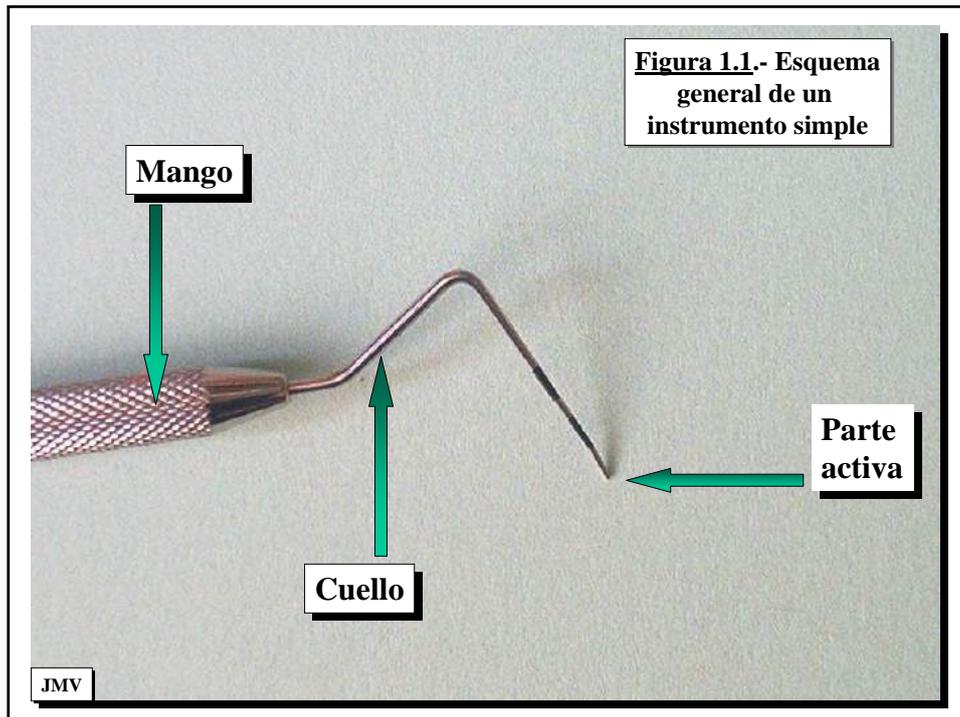
UNE-EN 1639: 1996. Productos sanitarios para odontología. Instrumentos.

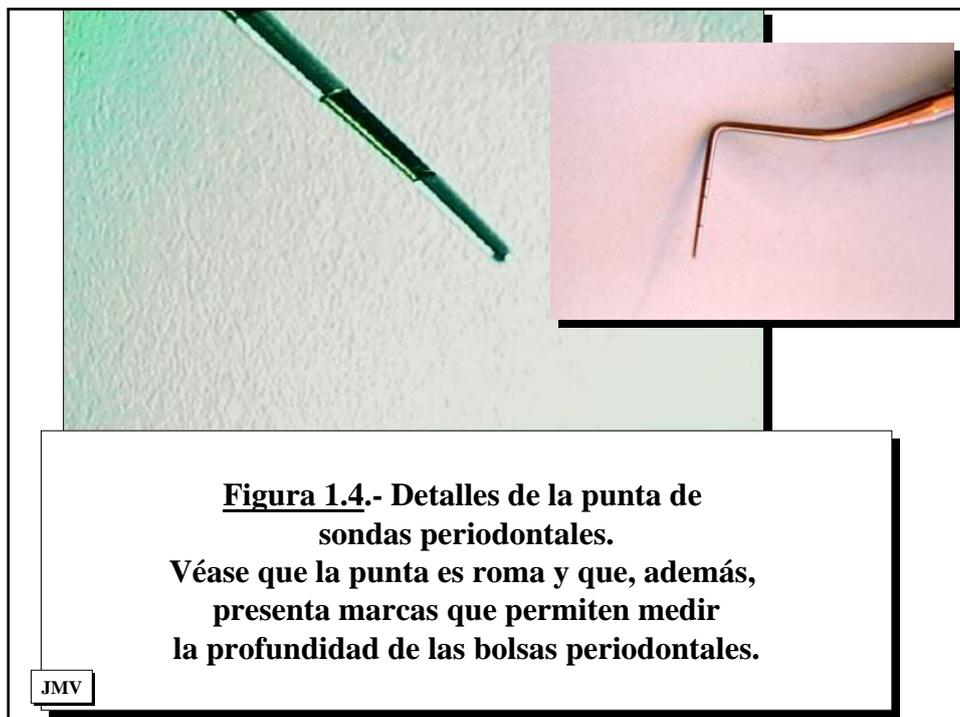
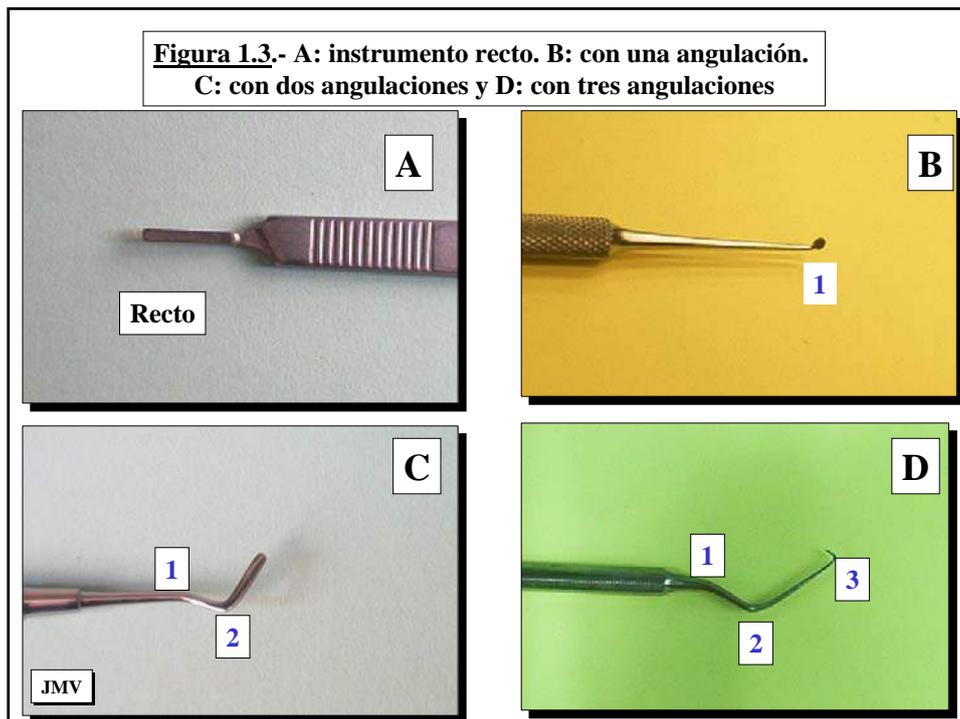
UNE-EN 1640: 1996. Productos sanitarios para odontología. Equipo.

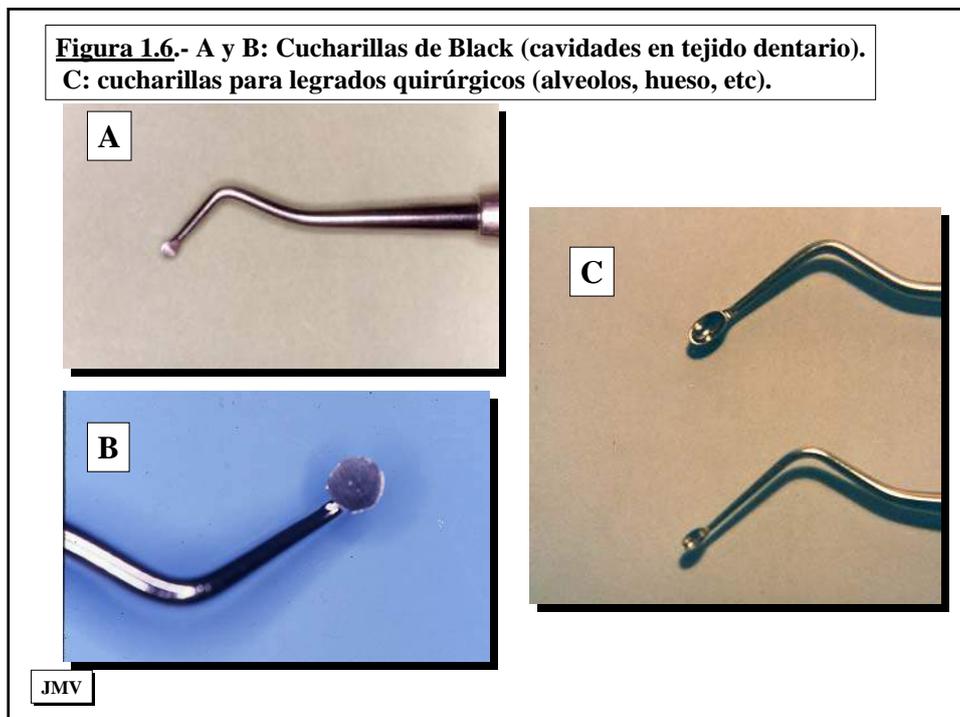
UNE-EN ISO 7494: 1996. Unidades Dentales. AENOR

UNE-EN 21942 (ISO 1942-3:1989) Vocabulario dental. Parte 3: Instrumentos dentales. AENOR 1994.

Vega J.M. : Equipamiento, Instrumental y Materiales en Cirugía Bucal. Capítulo 7 en: Donado M.: Cirugía bucal, patología y técnica. (1998) Masson S.A. Madrid.







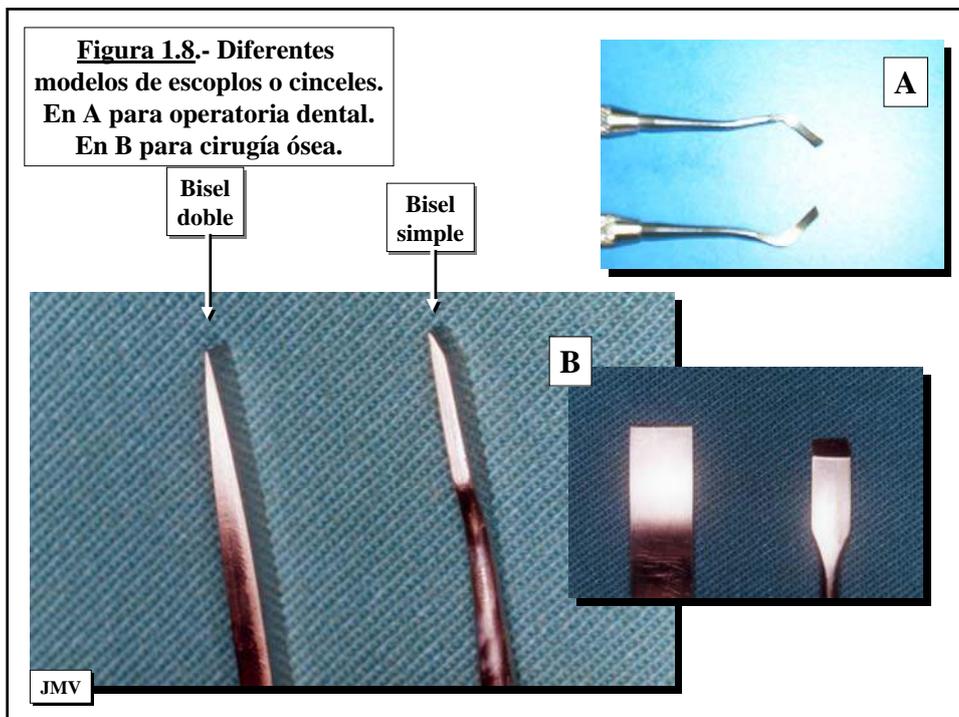
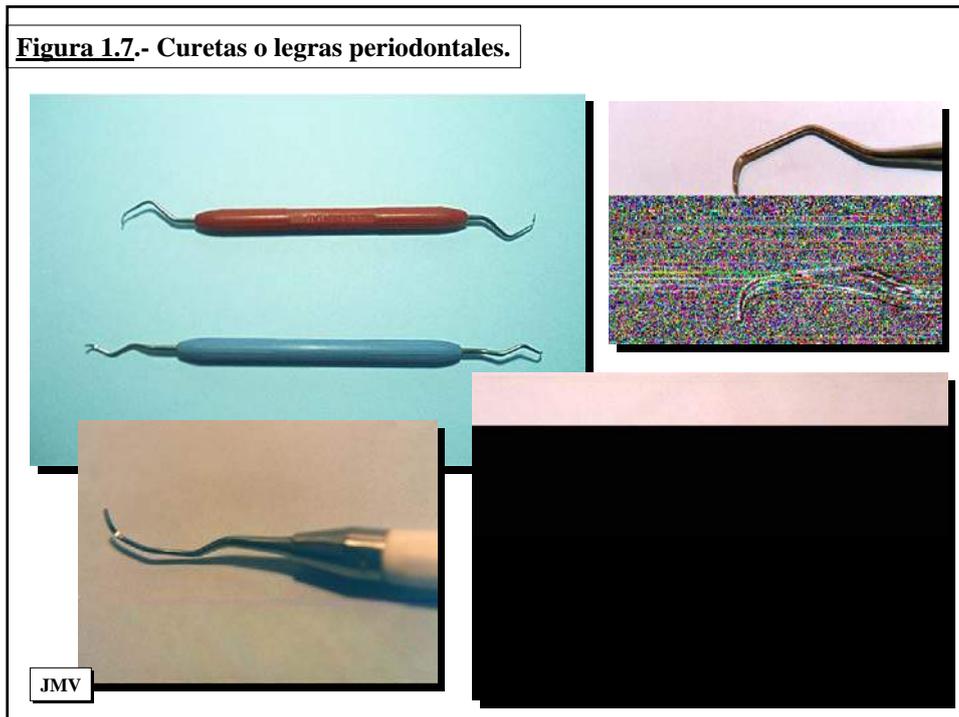
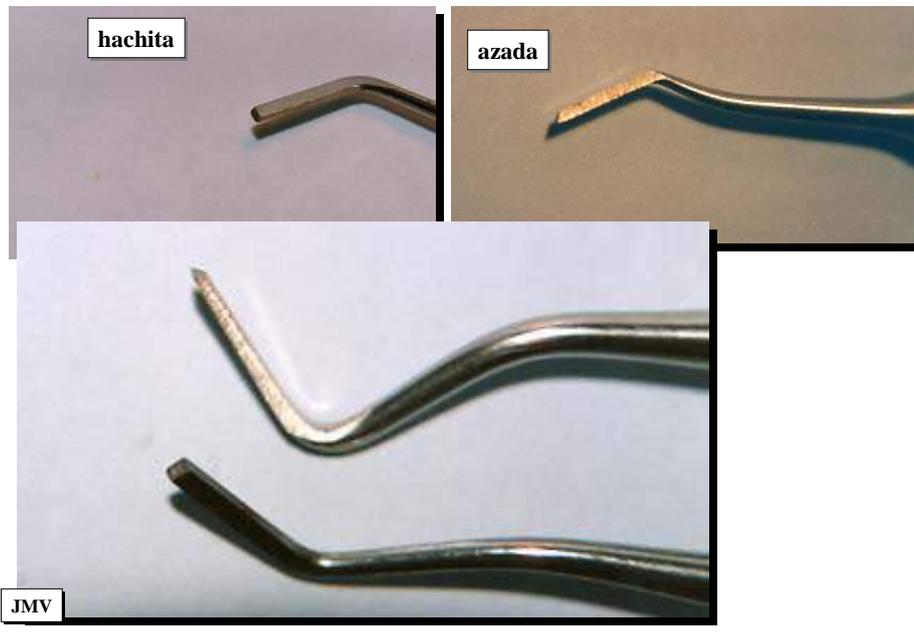
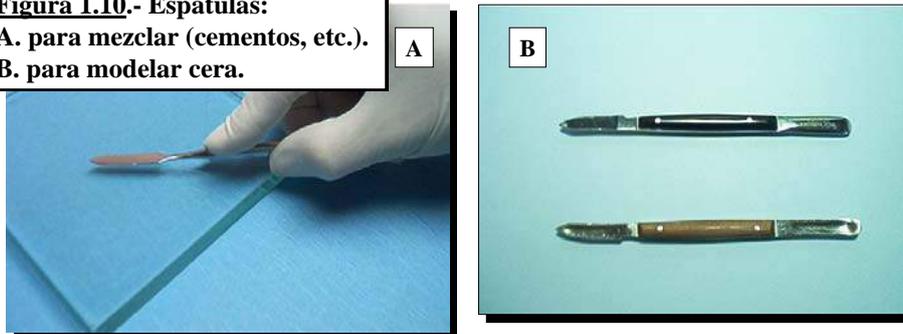


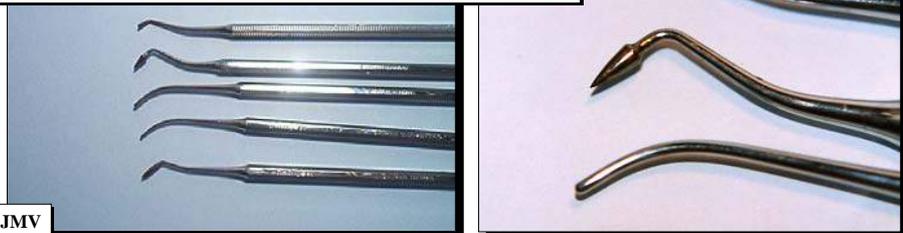
Figura 1.9.- Hachitas y azadas, para operatoria dental.



**Figura 1.10.- Espátulas:
A. para mezclar (cementos, etc.).
B. para modelar cera.**



Modernos instrumentos diseñados por Peter K. Thomas, no espatulados, para modelado de cera.



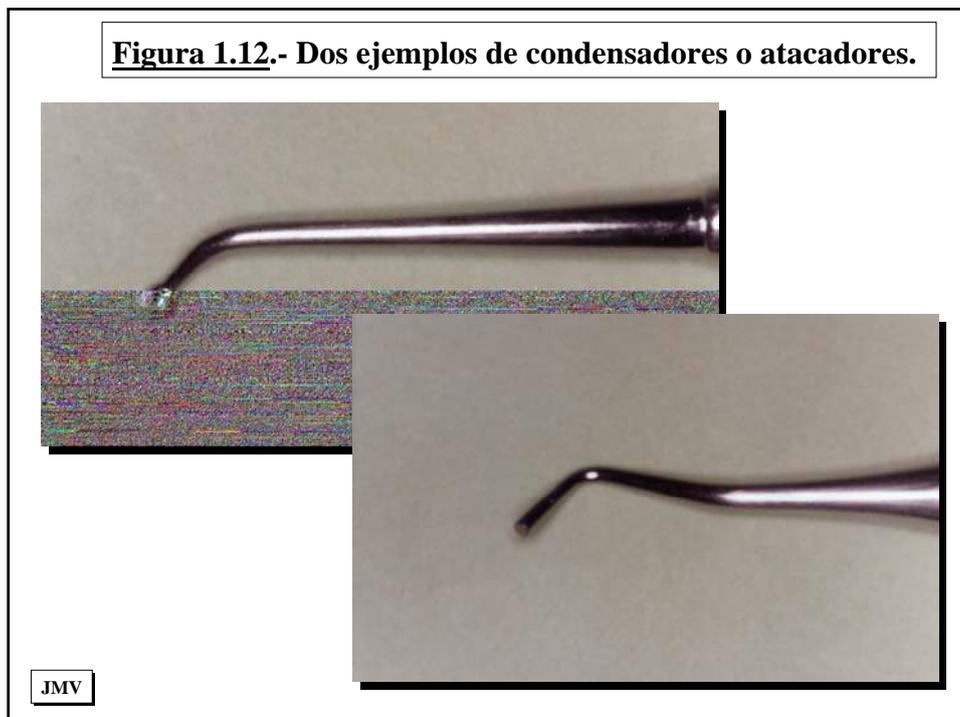
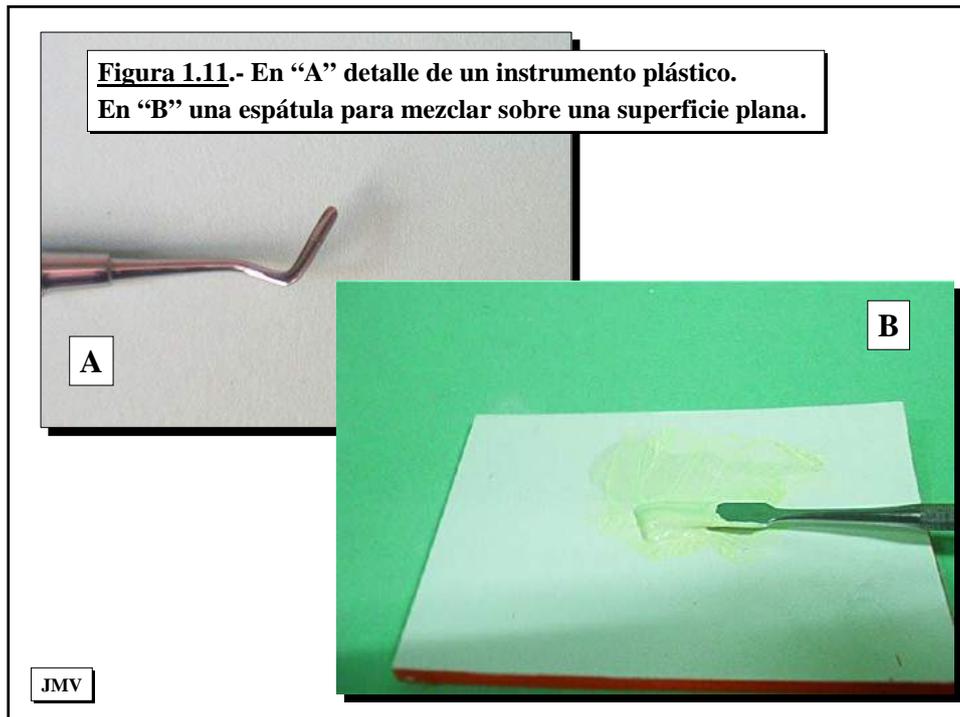


Figura 1.13.- Botadores o elevadores rectos.



JMV

Figura 1.14.- Elevador o botador de Winter.



JMV

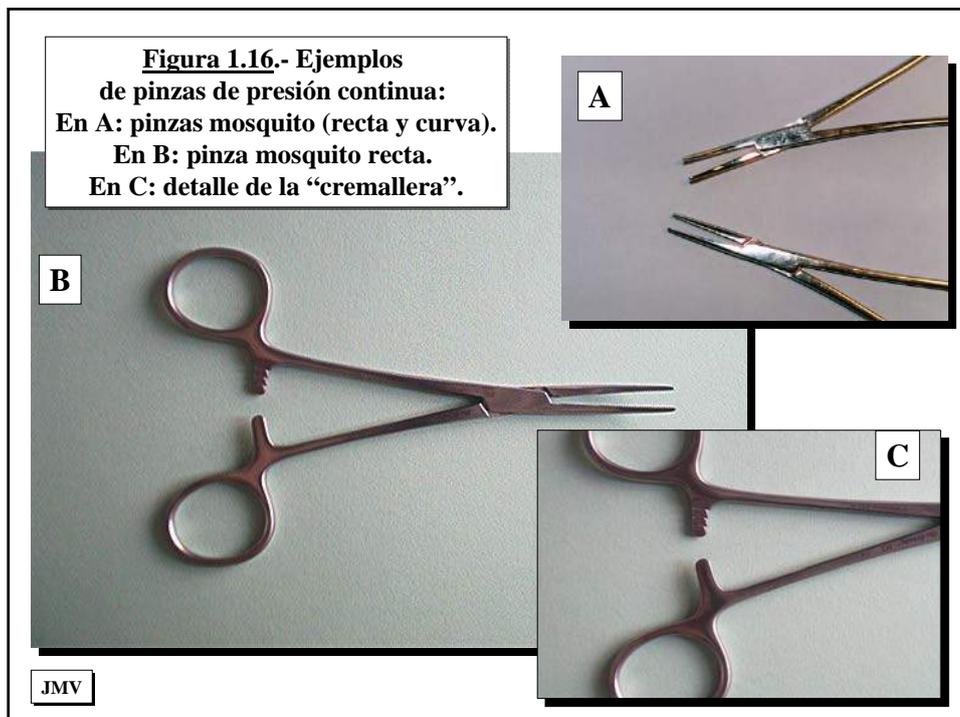
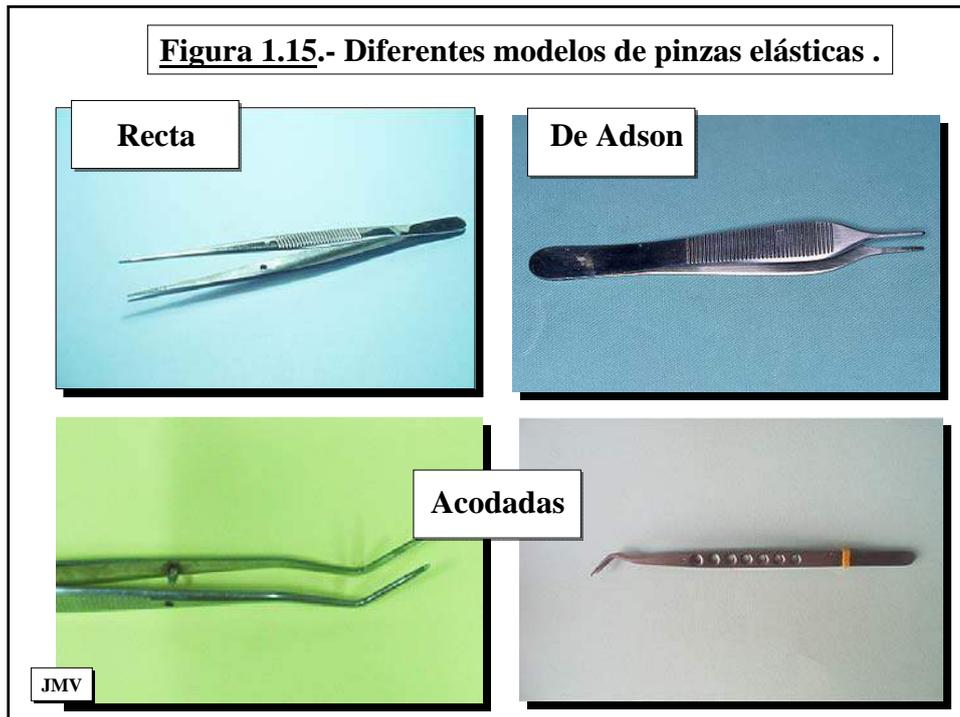
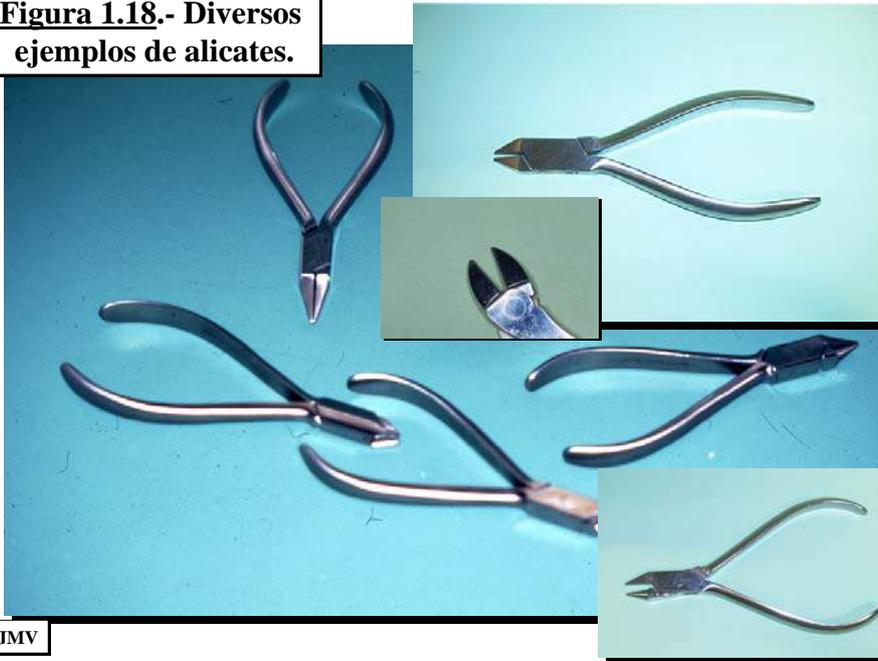


Figura 1.17.- Diferentes modelos de tijeras.



JMV

Figura 1.18.- Diversos ejemplos de alicates.

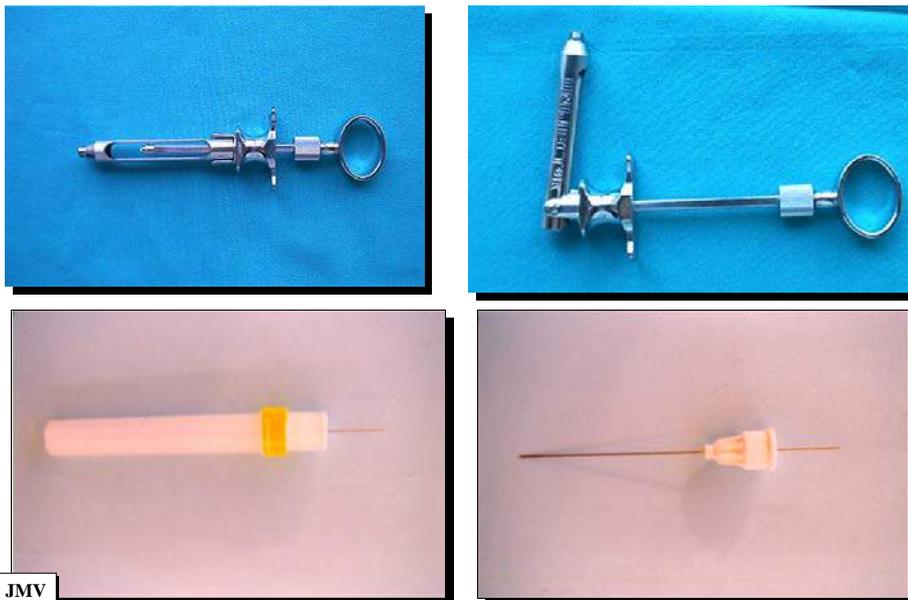


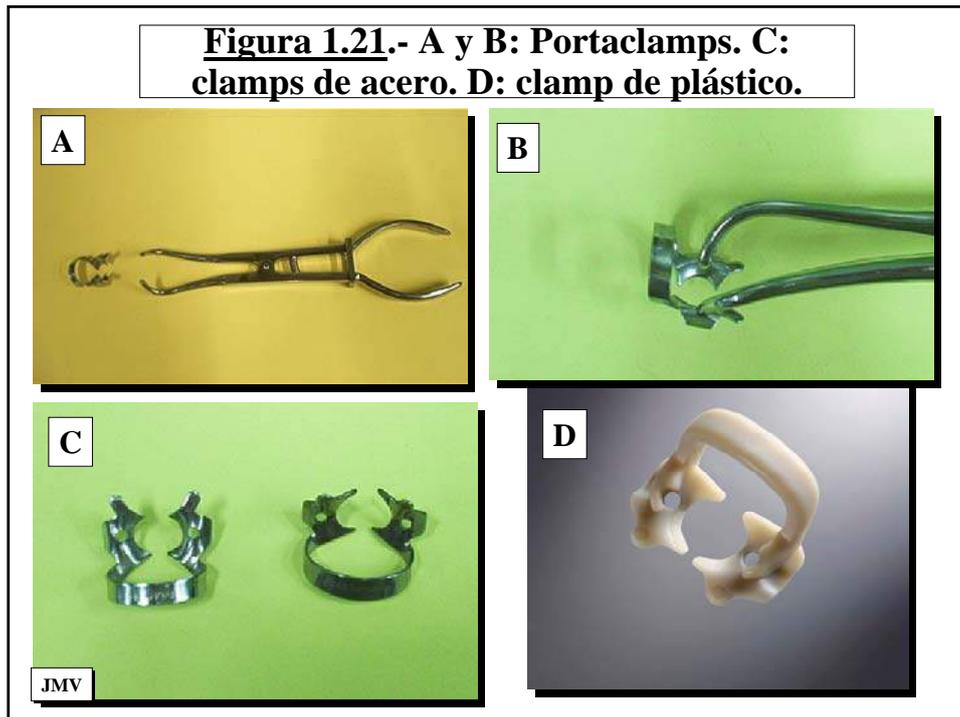
JMV

Figura 1.19.- Diferentes ejemplos y detalles de fórceps.



Figura 1.20.- Un modelo de jeringa para anestesia odontológica (abajo, agujas de un solo uso).





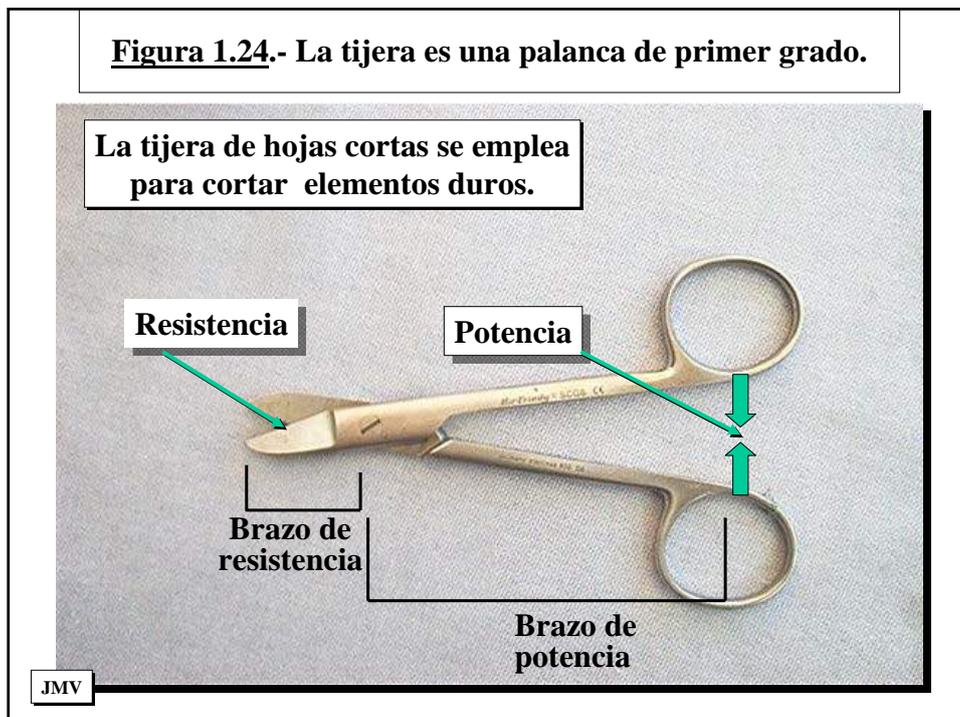
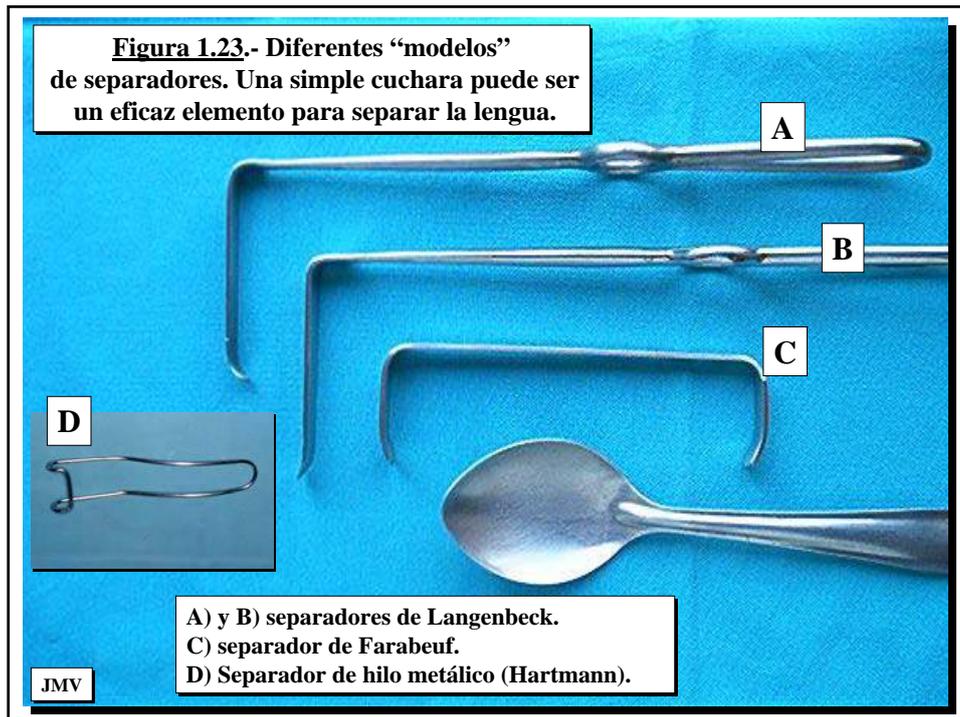
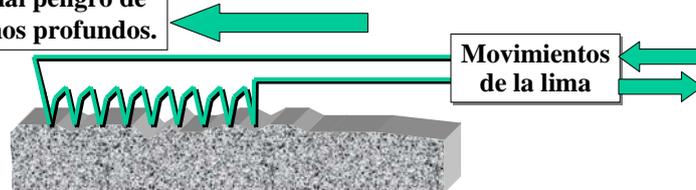


Figura 1.25.- Esquema para ilustrar cómo debe manejarse una lima para hueso, en cirugía bucal.

Es peligroso “empujar” por el potencial peligro de lesionar órganos profundos.



Las estrías deben estar orientadas para que sean activas al “tirar”.

JMV

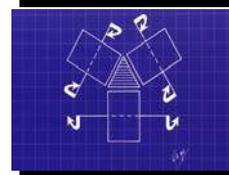
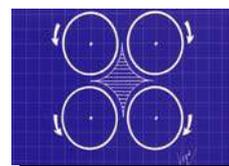
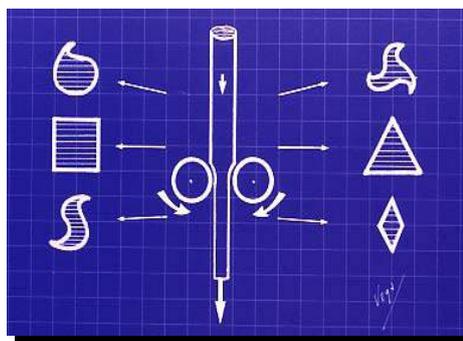
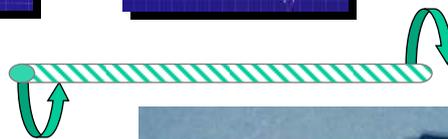


Figura 1.26.- La sección de la lima se talla a partir de un alambre. Después, por torsión, se obtienen las diferentes estrías.



JMV

INSTRUMENTACIÓN 2. INSTRUMENTOS COMPLEJOS I: INSTRUMENTOS DESTINADOS A DESGASTE, ABRASIÓN Y PULIDO. ESTUDIO ESPECIAL DE INSTRUMENTOS ROTATORIOS.

Como a partir de aquí se va a tratar de instrumentos complejos, en la **figura 2.1.** aparece la representación esquemática y abstracta de un hipotético instrumento complejo. Es importante señalar que estos instrumentos han de tener tres tipos de conexiones:

- A la fuente o fuentes de energía.
- A los mandos que regulan su funcionamiento (generalmente pedales, pero también pueden ser de mano).
- A la pieza de mano, o instrumento propiamente dicho, que maneja el profesional.

1. DESGASTE, ABRASIÓN Y PULIDO EN ODONTOLOGÍA

Clásicamente, los instrumentos dedicados en odontología a desgastar, tallar, cortar, desbastar, pulir, etc. han sido los instrumentos rotatorios. Modernamente, han surgido otras técnicas, como la aeroabrasión, los ultrasonidos y la electroerosión que, aunque más limitadamente, también se utilizan para estos fines. La mayor extensión de este capítulo se dedicará a los instrumentos rotatorios, por ser los de más amplio uso, aunque también se hará alguna alusión a los últimamente citados. Antes de entrar en este campo, es necesario diferenciar algunos conceptos, que como en otras áreas, se manejan de forma no precisa o con diferentes criterios. La terminología utilizada es específica y típica, por lo que se van a dar algunas aclaraciones:

DESGASTE.- Es el término que puede emplearse como general para definir la merma o el menoscabo de la superficie de un material debida a arranque y pérdida de moléculas o partículas del mismo. Aquí nos vamos a referir a los diferentes desgastes mecánicos, que en general denominaremos desgaste adhesivo, desgaste abrasivo y desgaste erosivo (se definen a continuación); para diferenciarlos de otro tipo de desgaste, de naturaleza química, que debe conocerse como corrosivo, por ejemplo, contacto repetido del tejido dentario con elementos ácidos (jugo gástrico, bebidas ácidas, grabado ácido previo a la colocación de sistemas adhesivos, etc.). También existe un desgaste producido por electricidad conocido como electroerosión. Se aludirá a este último al final del capítulo y en los de equipamiento (fuentes de energía). Situaciones de desgaste mecánico en odontología hay muchas. La propia actividad masticatoria produce desgaste del tejido dentario, a veces muy ostensible. Pero lo que aquí interesa es cuando

el profesional necesita desgastar, cortar, pulir, etc. bien tejidos duros naturales (esmalte, dentina o hueso) o bien materiales artificiales.

DESGATE ADHESIVO.- Una superficie, más o menos lisa, roza o resbala contra otra superficie, también, más o menos lisa. El desgaste o merma que se producirá en el material más blando será más o menos lento, pero estará en función del tiempo. La fuerza con la que estén presionadas ambas superficies también influirá; así como si existe un componente de impacto o choque repetido. Ejemplos de este tipo de desgaste pueden ser la propia actividad masticatoria, el bruxismo y otras parafunciones, ciertas profesiones, etc. (**figura 2.2.**). El propio pulido, como final de un proceso de tratamiento de una superficie, también puede considerarse una forma de desgaste adhesivo.

DESGASTE ABRASIVO.- Una superficie rugosa y dura, o pequeñas partículas duras, resbalan o se deslizan contra una superficie lisa. Es el ejemplo genuino del desgaste que va a producir una fresa, una piedra circular..., en definitiva, un instrumento rotatorio (**figura 2.3.**). Puede hablarse de desgaste entre dos sustratos (dos superficies) o de desgaste entre tres sustratos (cuando hay un tercer elemento interpuesto, por ejemplo, una pasta que contenga partículas abrasivas).

DESGASTE EROSIVO.- Pequeñas partículas son proyectadas con fuerza y a mucha velocidad sobre una superficie. Es el caso genuinamente odontológico de la aeroabrasión, también conocida como arenado o “sand blasting” (**figura 2.4.**), del que se habla más adelante.

DESBASTAR.- “Quitar las partes más bastas a una cosa que se haya de labrar”. En la **figura 2.5. “A”** se aprecia la superficie de una prótesis de resina acrílica (poli-metacrilato de metilo) recientemente procesada (superficie basta). Aparece llena de irregularidades, rebabas, espículas, residuos, en definitiva, del proceso de elaboración, que es preciso eliminar. El desbastado es la maniobra mediante la que se rebajan y eliminan todas las imperfecciones groseras, de cualquier superficie, generalmente mediante instrumentos rotatorios. Posteriormente, se puede pasar al pulido (**figura 2.5. “B”**).

TALLADO.- Es el término que se utiliza en el mundo odontológico para la acción de dar forma (“tallar”) al tejido dentario, mediante instrumental rotatorio, con fin de obtener una morfología apta para después recibir un material de restauración.

CORTE.- Corte es un vocablo genuinamente destinado a definir la acción mecánica de dos fuerzas (hojas de tijera, alicates, etc.) que se aproximan sobre diferente recta y producen una fractura por cizallamiento. Sin embargo, también se habla de corte cuando se trabaja con instrumentos rotatorios. En la **figura 2.6.** se representa el “corte” que se ha hecho con instrumento rotatorio sobre la masa de un metal (elementos pilares de un puente de prótesis fija, arriba, o de una corona, abajo, en el presente caso), para poder retirarlos de la cavidad bucal. El hecho mismo de desgastar el tejido dentario, o materiales, mediante instrumentos rotatorios dotados de hojas “cortantes” (las genuinas fresas), recibe también el nombre de cortar, aunque realmente lo que se hace es tallar o “esculpir”, mediante desgaste abrasivo.

PULIR.- “Alisar o dar tersura y lustre a una cosa”. Es el último paso del tratamiento de una superficie, cuando así conviene. Significa hacerla tersa, lisa y especular. En general, cualquier material que entre y permanezca en la cavidad bucal debe de ser pulido concienzudamente. De

esta manera, la energía superficial es muy baja y, por lo tanto, la posibilidad de depósitos no deseables (gérmenes, pigmentos, etc.) está muy limitada (**figuras 2.5. “B” y 2.7.**).

BRUÑIR.- Generalmente, se interpreta como sinónimo de pulir. En odontología puede añadirse algún matiz más para aludir al especial énfasis que se pone en el pulido de los bordes de una restauración (bruñido), para que en la interfase entre el material, generalmente metálico, y el tejido dentario resulte una mejor adaptación y sellado.

CALOR POR FRICCIÓN.- Es imprescindible tener presente la idea de que al trabajar con instrumentos rotatorios ineludiblemente se genera calor por el rozamiento entre las superficies. La importancia de este hecho es preciso recalcarla. No es lo mismo trabajar sobre tejido dentario vital que no vital o sobre ciertos materiales. Tampoco es lo mismo trabajar con baja que con alta velocidad. La refrigeración debe estar siempre presente o la mayoría de las veces. Desde luego, las precauciones deben extremarse cuando se trabaja sobre tejido dentario vital, porque un exceso de temperatura puede perjudicar irreversiblemente el complejo dentino-pulpar y/o dañar las fresas.

2. INSTRUMENTOS ROTATORIOS

Son los elementos genuinos que se utilizan para desgastar y pulir tanto tejidos duros orgánicos (tejido dentario y tejido óseo) como materiales odontológicos. El estudio del instrumental rotatorio en odontología es algo complejo, por lo que a continuación se van a hacer importantes esfuerzos de sistematización y de síntesis, en un intento de aportar claridad y sencillez. Es de destacar que todo lo relativo a los diferentes elementos que intervienen en la constitución de instrumentos rotatorios está debidamente regulado y normalizado según normas UNE EN ISO, que se mencionan en la bibliografía insertada al final del capítulo. Para consultas sobre aspectos más amplios o puntuales remitimos a dicha normativa. Pero la primera distinción ha de realizarse, necesariamente, diferenciando los adaptadores, los elementos motrices, las piezas de mano y los elementos activos (**figura 2.8.**).

2.1. ADAPTADORES O ACOPLADORES

Hay muchos y muy diferentes modelos de equipamiento en el mercado. El origen de esta complejidad estriba en diferentes criterios, a la hora de diseñar e innovar, de las diferentes compañías repartidas por diferentes países. Sería muy deseable una mayor estandarización, en este campo, al igual que ocurre con otros muchos temas. Ello ocasiona que no sean compatibles entre sí los diversos tipos de conexiones entre mangueras y micromotores o entre micromotores y piezas de mano. La complejidad estriba en el diferente número de conductos que contienen, en su interior, así como en su diámetro. Unos son para el aire comprimido, otros para agua de refrigeración, otros para iluminación, etc. Es necesario comprobar y compatibilizar siempre, antes de iniciar cualquier tipo de instalación, que todos los elementos que aquí se describen sean adaptables entre sí. En las **figuras 2.9., 2.10. y 2.11.** se muestran algunos ejemplos.

2.2. LOS ELEMENTOS MOTRICES

Son los elementos donde se origina el movimiento circular o rotatorio. Aquí nos referiremos preferentemente al instrumental rotatorio propio de la clínica dental. Hay elementos comunes con el instrumental rotatorio para laboratorio.

2.2.1. Clasificación según la fuente de energía.- Hay que distinguir dos clases: los movidos por energía eléctrica y los movidos por aire comprimido.

2.2.1.1. Movidos mediante electricidad.- Hasta un pasado no lejano eran **motores** relativamente “voluminosos”. La progresiva miniaturización de muchos componentes electrónicos ha dado paso a los actuales **micromotores** que, como su nombre indica, son de dimensiones reducidas. Esto ha supuesto un importante avance desde el punto de vista ergonómico. La reducción de tamaño, además de la disminución de volumen lógica (importante de cara al ahorro de espacio, en las instalaciones), se acompaña de una mayor simplicidad en las conexiones, así como también de menos peso. Fue posible eliminar complicados sistemas de transmisión del movimiento a través de brazos articulados, poleas, etc. Debido a todo ello, su manejo hoy día permite maniobras más delicadas y precisas con mayor comodidad. Generalmente están incorporados a la unidad o columna, pero pueden añadirse, donde convenga, como elementos independientes (incluso portátiles) (**figura 2.12.**). Para evitar accidentes eléctricos, su voltaje es siempre bajo. Sólo permiten actuar a baja velocidad o a muy baja velocidad (ver más adelante). Dentro del concepto de instrumentos rotatorios de baja velocidad también tienen cabida aquí las recortadoras para escayola, las pulidoras, etc., que son en definitiva motores eléctricos, aunque más voluminosos (**figura 2. 13.**).

2.2.1.2. Movidos por aire a presión.- El elemento motriz es el aire comprimido. En la **figura 2.14.** se representa un esquema que ilustra cómo el aire comprimido puede transformarse en movimiento circular o rotatorio. En definitiva, es el principio físico de la turbina. En él, una pieza giratoria, el rotor, está dotada de unas palas sobre las que incide un chorro de aire a presión y lo hacen girar. La gran aportación del movimiento rotatorio movido por aire, al mundo odontológico, estriba en que, gracias a él, es posible disponer de elementos aptos tanto para baja velocidad como para alta velocidad. Aunque a continuación se desarrollan estos conceptos más ampliamente, insistir ahora, únicamente, en que mediante motores y micromotores eléctricos sólo es posible obtener bajas velocidades, mientras que con el aire comprimido es posible disponer de bajas y de altas velocidades. Gracias a estos sistemas, es posible disponer de micromotores de baja velocidad, de dimensiones parecidas a los eléctricos (**figura 2.15.**), con todas las ventajas aludidas en cuanto a manejabilidad. Pero el auténtico interés del aire comprimido se centra en las denominadas turbinas para alta velocidad.

2.2.2. Clasificación por la velocidad o según el número de revoluciones por minuto (r.p.m.).- Clásicamente, se viene diferenciando baja velocidad y alta velocidad. Conviene aclarar que cuando se habla de número de revoluciones siempre nos referimos a las que se consiguen en el elemento motriz (no en los elementos activos o fresas).

2.2.2.1. Baja velocidad.- Una simple ojeada histórica quizás ayude a entender mejor la evolución del instrumental rotatorio en odontología. En sus inicios, los instrumentos rotatorios dentales eran movidos manualmente, con los dedos, o mediante primitivos sistemas mecánicos análogos a los utilizados por otras profesiones (artesanos, joyeros, marquetaría, etc.).

Posteriormente, se pasó a instrumentos movidos a pedal (**figura 2.16.**), a partir de las primitivas máquinas de coser. Con ellos, se llegaba a unas pocas centenas de r.p.m. Los primitivos motores eléctricos desarrollados a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, aunque voluminosos, fueron incrementando velocidades por encima de 1.000 r.p.m. hasta la mitad de la centuria, en que ya resultaba difícil superar las 30.000-40.000 r.p.m. (vibraciones y sonidos desagradables, fundamentalmente, para el paciente). En ese momento, aparecen las turbinas y comienza a desarrollarse el concepto de alta velocidad.

2.2.2.2. Alta velocidad.- Estas velocidades se han incrementado paulatinamente a medida que se han perfeccionado los sistemas. Se ha pasado progresivamente desde unas 100.000-150.000 r.p.m., en los primeros sistemas, hasta las actuales con 300.000-400.000 r.p.m. Ello ha supuesto importantes mejoras, a pesar de alguna desventaja. Hay que refrigerar abundantemente, lo que lleva implícito trabajar con sistemas de aspiración potentes. No obstante, el nivel de confortabilidad para el paciente es muy grande. Apenas percibe la desagradable vibración que no se puede obviar con la baja velocidad. El ruido, en forma de agudo silbido, sigue siendo un inconveniente. Pero lo más importante es la velocidad y seguridad en el desgaste o abrasión del tejido dentario, que viene a complementarse con un alto grado de desarrollo y diversidad de las fresas, de las que se hablará más adelante. Dos detalles a tener en cuenta. El contraángulo de alta velocidad no precisa micromotor. La turbina, o rotor propiamente dicho, va alojado en la cabeza de la pieza de mano (**figura 2.17.**). Las fresas que se utilizan son de menor calibre que las de baja velocidad (ver más adelante).

2.2.3. Modificadores del número de revoluciones.- Aunque de las piezas de mano se hablará después, indicar que puede haber, en las mismas, elementos multiplicadores o elementos reductores (según convenga) de la baja velocidad. Con elementos multiplicadores se pueden alcanzar hasta unas 120.000 r.p.m., en la fresa. Con elementos reductores se puede conseguir una amplia gama de velocidades reducidas. Desde la irrupción de los modernos sistemas implantológicos, han alcanzado enorme interés las que pueden denominarse **muy bajas velocidades**, alrededor de quince o veinte por minuto. La razón de su existencia estriba en que permiten fresar el hueso, para preparar el lecho del implante, con la mínima producción de calor por fricción y también permiten atornillar o desatornillar el implante en el hueso. No obstante, la refrigeración es siempre imprescindible.

2.3. PIEZAS DE MANO

Son los elementos que transmiten el movimiento rotatorio, desde el generador de tal movimiento, al elemento activo propiamente dicho (habitualmente denominado fresa). Las piezas de mano son, por lo tanto, auténticas “porta-herramientas”. En su constitución ha entrado convencionalmente el acero; hoy existen también piezas de mano fabricadas en titanio. Hay diferentes clases de piezas de mano:

2.3.1. Pieza de mano recta para baja velocidad.- En la **figura 2.18 A** se aprecia que el eje del elemento activo (la fresa) es una prolongación longitudinal del instrumento. Todas las piezas de mano deben estar dotadas de algún mecanismo para permitir dos posiciones, “abierta” y “cerrada”, o lo que es lo mismo, una posición para que puedan colocarse y retirarse las fresas y otra posición para que éstas permanezcan retenidas durante el funcionamiento. Se utilizan fresas de tallo largo y diámetro ancho (ver elementos activos).

2.3.2. Pieza de mano recta para alta velocidad.- La morfología y características generales pueden ser más o menos parecidas a las de baja velocidad. Aunque la mencionamos aquí, es preciso señalar que prácticamente no se usa en clínica pero sí en el laboratorio.

2.3.3. Pieza de mano contra-angulada para baja velocidad.- Habitualmente se denomina contraángulo para baja velocidad. Puede, por lo tanto, mediante un sistema adecuado, utilizarse tanto en micromotores eléctricos como en micromotores movidos por aire. Como puede apreciarse en la **figura 2.18 B**, la parte activa (la fresa) y el instrumento no constituyen una prolongación del eje longitudinal. Hay dos angulaciones (de ahí el nombre de contra-ángulo), una que está en la parte media, y forma un ángulo obtuso; otra, en la cabeza, que forma un ángulo recto. Los tipos de angulación son parecidos entre la alta y la baja velocidad). Esta disposición facilita enormemente el acceso a todas las zonas de la cavidad bucal. La cabeza, además, puede ser intercambiable para disponer de varios tamaños (niños, zonas de complicado acceso, etc.). El movimiento circular se transmite a la fresa, en el interior de los diferentes componentes, mediante sistemas de engranajes y ruedas dentadas (**figura 2.19.**). Utilizan fresas cortas y de diámetro ancho. Existen diversos modelos y sistemas para retener y quitar las fresas (mediante un botón, mediante una presilla, etc.).

2.3.4. Pieza de mano contra-angulada para alta velocidad.- Habitualmente, se denomina contraángulo para alta velocidad, contraángulo de turbina o, más coloquialmente, turbina. La disposición de las angulaciones es similar a la descrita en el caso anterior (**figuras 2.18 B y 2.20.**). Utiliza fresas cortas y de diámetro pequeño. Puede haber también la posibilidad de intercambiar diferentes tamaños de cabeza. Existen diversos modelos y sistemas para retener y quitar las fresas. Del rotor, a su vez, hay que tener en cuenta tres cosas:

A) Va alojado en la cabeza, luego aquí, como ya se ha indicado, no hay micromotor. El aire comprimido llega a la cabeza y allí mismo se produce el movimiento rotatorio. Este aire debe retornar para salir una vez que va cumpliendo su función. Es importante que las cabezas no expulsen este aire en la misma dirección que la fresa, para evitar que pase a zonas no deseadas de los tejidos orales (enfisema subcutáneo, etc.).

B) El funcionamiento produce un ruido característico en forma un silbido. Este sonido es de alta frecuencia. Se le atribuye un papel importante en el desencadenamiento de problemas auditivos, en personas predispuestas, si están sometidas mucho tiempo a él. Se aconsejan revisiones periódicas de la agudeza auditiva en los profesionales que reciben durante muchas horas este impacto auditivo.

C) El rotor debe girar sostenido mediante algún sistema de cojinetes. Ha habido y hay muchos tipos, unos pueden ser neumáticos, mientras que otros pueden ser pequeños rodamientos metálicos de bolas. Es importante la lubricación de estos componentes, por lo que conviene seguir siempre, con rigor, las instrucciones del fabricante. En los últimos años se están introduciendo materiales cerámicos en este campo.

2.4. ELEMENTOS ACTIVOS

Son los instrumentos típicamente abrasivos, “cortadores” y pulidores. Son auténticas herramientas de la más variada disposición y naturaleza. En el mundo odontológico son conocidos generalmente con el nombre de fresas. Aunque es el término más generalizado, no es exacto. El término fresa debería reservarse para los instrumentos cuya parte activa es de metal y van provistos de hojas cortantes. Muchas de las denominadas “fresas” son, en realidad, piedras

montadas o, en otros casos, puntas de diamante (polvo de diamante). Para su estudio vamos a diferenciar por un lado el vástago y, por otro, la parte activa propiamente dicha, o cabeza:

2.4.1. VÁSTAGO.- Es la parte destinada a ser introducida y retenida en la pieza de mano. Según se aprecia en la **figura 2.21.**, el vástago por uno de sus extremos se estrecha, en una zona denominada cuello, para unirse con la parte activa o cabeza. Hay diferentes longitudes y calibres según vaya destinado a pieza de mano recta o a contraángulos de baja o de alta velocidad (**figuras 2.22.a, 2.22.b, 2.22.c.**). Generalmente son de acero inoxidable. Deben permitir, por tanto, procesos de esterilización repetidos. En algunas ocasiones pueden ser de un solo uso (contraángulo de baja velocidad), en cuyo caso pueden estar fabricados de plástico o de algún otro metal, como aluminio, etc.

2.4.1.1. Vástagos para pieza de mano recta.- Son los más largos y de mayor diámetro. El diámetro de 2,35 mm. La longitud varía entre unos 60 y 70 mm, dependiendo, además, de la cabeza.

2.4.1.2. Vástagos para contraángulo de baja velocidad.- Tienen una longitud que oscila entre 20 y 30 mm y poseen el mismo diámetro que en el caso precedente. Presentan, además, una pequeña muesca o entalladura, por el extremo opuesto a la cabeza, para servir de retención en la cabeza de la pieza de mano (**figuras 2.22.a, 2.22.b y 2.22.c.**).

2.4.1.3. Vástagos para contraángulos de alta velocidad.- Son de menor diámetro (1,56 mm) y de una longitud algo menor que los anteriores.

2.4.1.4. Mandril.- Reservamos aquí un lugar para designar un vástago, sin cuello, provisto únicamente de un tornillo que permite quitar y poner a voluntad piedras, ruedas, discos, que se facilitan independientes. Cada vez se utilizan menos. Son propios de la baja velocidad (pieza de mano recta o contraángulo).

2.4.2. CABEZA, PARTE ACTIVA O DE TRABAJO PROPIAMENTE DICHA

Es la parte que da más complejidad a estos instrumentos, tanto por su morfología como por su constitución y composición:

2.4.2.1. Morfología.- Aunque se definen unas formas “básicas” (esférica, cilíndrica, cónica, troncocónica, cono invertido, etc.), las variaciones morfológicas y los diámetros pueden ser extraordinariamente variables y siempre proporcionadas al tipo de vástago (baja o alta velocidad). Hoy día, para cada tipo de preparación o tallado, sobre tejido dentario, existe una buena variedad de posibilidades, escuelas y estilos que preconizan las más variadas formas. La simple visión de un catálogo de cualquier fabricante puede dar idea de la gran creatividad inducida en este campo. No obstante y de forma general, indicar que las formas están definidas en las normas UNE - EN - ISO como: “*Figura geométrica del envolvente de rotación descrito por la pieza de trabajo de un instrumento rotatorio, durante su rotación axial*”. Según esto pueden describirse algunas de las más típicas (**figura 2.21.**):

- **Cabeza esférica o cabeza redonda:** *Pieza de trabajo que describe, mediante un movimiento de rotación alrededor del eje del instrumento, un envolvente de revolución en forma de esfera.*

- **Cabeza cilíndrica:** *Pieza de trabajo que describe, mediante un movimiento de rotación alrededor del eje del instrumento, un envolvente de revolución en forma de cilindro. Puede haber cabezas cilíndricas activas sólo lateralmente, o bien activas simultáneamente lateralmente y por el extremo, o que corten únicamente por el extremo. A su vez, en este último caso, el extremo puede efectuar un corte en ángulo recto o redondeado.*
- **Cabeza cónica:** *Pieza de trabajo que describe, mediante un movimiento de rotación alrededor del eje del instrumento, un envolvente de revolución en forma cónica, cuya base está orientada hacia el eje.*
- **Cabeza cónica invertida:** *Pieza de trabajo que describe, mediante un movimiento de rotación alrededor del eje del instrumento, un envolvente de revolución en forma de cono cuya base está alejada del eje.*
- **Cabeza troncocónica invertida:** *Pieza de trabajo que describe, mediante un eje de rotación alrededor del eje del instrumento, un envolvente de revolución en forma de cono truncado, cuya base está alejada del eje. La longitud de la cabeza y su diámetro medio son aproximadamente iguales.*
- **Cabeza en forma de rueda:** *Cabeza cilíndrica cuya longitud es aproximadamente igual a un tercio de su diámetro nominal.*
- *Para no hacer exhaustiva esta descripción, indicar que un largo etcétera puede continuar esta relación, en la que se utilizan distintos nombres: cabeza forma de pera, de llama, de bellota, elipsoidal, parabólica, oval, cilíndrica hueca...*

Por último, indicar que dentro de cada forma hay que tener en cuenta, también, el diámetro. No basta con decir de una cabeza que sea esférica, cilíndrica, etc. Hay que especificar su diámetro, ya que no es lo mismo trabajar, por ejemplo, con una cabeza esférica de 0'5 mm de diámetro que con una de 1'5 mm.

2.4.2.2. Composición.- Independientemente de la forma, la composición de la cabeza o parte activa es muy variable. Puede estar formada por hojas de corte, si es metálica, o por partículas abrasivas:

- A) **Acero.-** Es el material más antiguo, pero plenamente vigente. Independientemente de la forma, la cabeza presenta una serie de estrías u “hojas” que pueden ser paralelas o inclinadas con respecto al eje mayor. Éste es el genuino y primitivo concepto de fresa: herramienta de movimiento circular continuo constituida por una serie de hojas o cuchillas, separadas entre sí. Así mismo, el ángulo de ataque es variable (**figuras 2.6. y 2.23 A y B**). En este terreno es prácticamente imposible una sistematización. El número de hojas o estrías y su disposición es, también, muy variable. Su diseño está en función del uso a que va destinada la fresa. De forma general, a menor número de hojas, mayor abrasividad. Las más frecuentes son con 6, 8, 12,... hojas. Las que tienen mayor número de hojas (hasta 30 o más), popularmente conocidas como “milhojas”, se destinan a pulido y/o bruñido.
- B) **Acero al tungsteno.-** En la terminología común se suele decir “fresas de tungsteno”. En realidad son de acero con una proporción elevada de tungsteno. Son mucho más duras, abrasivas y resistentes, por lo que están indicadas para materiales duros o incluso para esmalte. Por lo que respecta a número de hojas y demás atributos, pueden hacerse idénticas consideraciones a las precedentes.
- C) **Titanio.-** En los últimos tiempos se han desarrollado también cabezas a base de titanio nitrificado, muy duro y resistente.

- D) **Puntas de diamante.**- Son las más extendidas para uso clínico. Como su nombre indica, la cabeza, independientemente de su forma, está recubierta por polvo de diamante adherido por diferentes procedimientos. La mayor o menor granulometría e, incluso, la morfología de las partículas utilizadas, condicionan la mayor o menor abrasividad del instrumento. En general, grano más grueso se corresponde con mayor abrasividad.
- E) **Piedras abrasivas.**- Hay muchos otros materiales que pueden utilizarse, como en el caso anterior, para revestir o formar la cabeza. La **figura 2.24.** muestra un pequeño surtido de piedras abrasivas para pieza de mano recta. Algunos de los materiales que entran en su composición pueden ser: óxido de aluminio, esmeril, carborundo (carburo de silicio), etc.
- F) **Elementos para pulir.**- Ya se ha hecho alusión a que las fresas con muchas hojas de corte (denominadas “milhojas”) tienen como finalidad pulir y sacar brillo. No obstante, un elemento rotatorio metálico totalmente liso, frotando contra una superficie lisa, también tiene un efecto pulidor muy apreciable (bruñido). Además, tanto para la baja como para la alta velocidad, existe un sinnúmero de materiales abrasivos “blandos”, mezclados con granos abrasivos muy finos, que adoptan variadas formas (discos, copas, conos, etc.). Los materiales pueden ser tan diversos como: siliconas, gomas, plásticos, etc. La maniobra puede ser complementada y ayudada mediante la utilización de diferentes pastas.
- G) **Bruñidor.**- Además de sacar brillo, un elemento bruñidor es una cabeza de trabajo lisa o finamente estriada (los hay también manuales) que permite adaptar y mejorar los bordes de las restauraciones metálicas en la interfase superficial con el tejido dentario.

2.5. CONCEPTOS COMUNES PARA TODOS LOS INSTRUMENTOS ROTATORIOS

2.5.1 Concepto de torque.- No hay que confundir número de r.p.m. con la “fuerza” “potencia” o “poderío” con la que un instrumento gira. En otras palabras, y a modo de ejemplo, es experiencia común percibir – o incluso oír – cómo disminuye el número de revoluciones de cualquier máquina para taladrar o cortar (bricolaje, etc.) cuando trabaja contra un material. Si se ejecuta mucha fuerza manual contra el material, o el mismo es muy resistente, el aparato se frena en mayor o menor medida. Es decir, disminuye el número de r.p.m. o, incluso, llega a pararse. Con los instrumentos rotatorios dentales ocurre lo mismo. En unos aparatos hay que hacer más fuerza para que disminuya el número de revoluciones o para que se pare y, en otros, menos. Tienen diferente torque. En otras palabras, para ciertos materiales o situaciones, serán precisos elementos con mayor torque que para otros. El torque, por lo tanto, puede definirse como una fuerza que produce o tiende a producir rotación en un cuerpo (puede ser una fresa montada en un instrumento rotatorio, pero también se aplica a un tejido vivo, como un diente durante ciertos movimientos ortodóncicos, cualquier material, como un alambre, un implante, etc.). La unidad de medida del torque es el newton por centímetro (N · cm).

Como idea general puede señalarse que en las bajas velocidades suelen presentar un mayor torque los micromotores eléctricos. La alta velocidad tiene relativamente menor torque. Ello, en la práctica odontológica, es una ventaja. La alta velocidad se usa, preferentemente, para tallar tejido dentario. Si se ejerce mucha presión con la mano, al aplicar la fresa contra el diente, el instrumento llega a pararse, con lo que se evita un excesivo desgaste, desgaste no deseado, excesivo calentamiento, etc.

2.5.2. Inversión de giro.- Tanto los micromotores eléctricos como los movidos por aire están dotados siempre de algún sistema o mando que permite el cambio para que el instrumento gire en el sentido horario o en el sentido antihorario. Hay diferentes situaciones clínicas que demandan un tipo u otro de sentido del giro. Los contraángulos de turbina para alta velocidad sólo giran en un sentido.

2.5.3. Puesta en marcha y reostatos reguladores del número de revoluciones por minuto.- En los micromotores para baja velocidad, generalmente el arranque y la parada suelen estar encomendados a un pedal. Simultáneamente, este pedal suele funcionar, a la vez, como reostato, es decir, mediante él es posible regular el número de revoluciones por minuto del motor. No obstante, hay modelos en que el arranque y la parada se hacen mediante un pedal, mientras que el número de revoluciones se modifica manualmente. Los reostatos de pie suelen llevar incorporadas, además, otras funciones tales como palancas para accionar o interrumpir el agua de refrigeración, etc. En la alta velocidad no se puede modificar el número de revoluciones. Cada modelo de turbina funciona a su propio régimen; para el que esté diseñada.

2.5.4. Sistemas para poner, retener y quitar las fresas.- Hay diferentes sistemas, como aparece representado en la **figura 2.25**. Las fotografías muestran la parte posterior de la cabeza de las diversas piezas de mano.

2.5.5. Refrigeración.- Nunca se insistirá suficiente en la necesidad de trabajar siempre sobre los tejidos dentarios con refrigeración, tanto en baja velocidad como en alta velocidad. Generalmente con agua. A tal fin, todo el conjunto formado por mangueras, adaptadores, micromotores, piezas de mano, etc., debe estar provisto de conducto o conductos internos para que circule agua. Dicho agua se proyectará contra la cabeza de la fresa durante el giro. Las cabezas de contraángulos de turbinas o de baja velocidad van provistas de un número de minúsculos orificios, variables de unos fabricantes a otros, por los que surgen unos finos chorros de agua dirigidos a la cabeza de la fresa (**figura 2.26**).

2.5.6. Iluminación incorporada.- Para facilitar la visión en zonas poco accesibles, durante los tallados, existen contraángulos de turbina que se conectan a una pequeña fuente de luz y una fibra óptica conduce el haz luminoso hasta la cabeza de la pieza de mano.

2.5.7. Lubricación.- Todos estos instrumentos precisan de engrase adecuado y periódico para su buen funcionamiento. Como la oferta comercial y variabilidad de modelos es tan grande, lo mejor es seguir escrupulosamente siempre lo que cada fabricante especifique. No es posible dar reglas generales para esto.

2.5.8.- Mecánica del corte.- Teniendo en cuenta que el trabajo mecánico con estos instrumentos es circular, el movimiento de un punto de una fresa, friccionando contra un sustrato, estará en relación con el radio de la circunferencia de la fresa y con el número de revoluciones. Será de aplicación, por lo tanto, la fórmula siguiente:

$$\text{movimiento circular} = 2.\pi.r.n$$

donde $2.\pi.r$ es la longitud de la circunferencia y n el número de revoluciones por minuto.

Ya se ha señalado que, además, la eficacia de la abrasión o desgaste estará también relacionada con el tamaño de los granos abrasivos o con el número y disposición de las hojas cortantes de la fresa, así como de la fuerza ejercida por la mano del operador contra la estructura a tratar.

3. INSTRUMENTOS ABRASIVOS DOTADOS DE MOVIMIENTO NO ROTATORIO

Se trata de instrumentos complejos cuyas piezas de mano, en vez de transmitir al elemento activo (“fresa”) movimiento circular, lo dotan de un movimiento de vaivén. Es muy eficaz en ciertas situaciones clínicas, como por ejemplo, en el alisado y pulido de ciertas restauraciones interproximales. Se ha citado la palabra “fresa” entre comillas porque, obviamente no corresponde al concepto descrito de fresa. Se trata generalmente de pequeños elementos, en forma de pequeñas láminas, que se insertan en la cabeza del contraángulo, específicamente diseñado para este fin, con un vástago especial y una parte cabeza plana, activa por una o ambas caras. Generalmente son diamantadas.

4. AEROABRASIÓN

Como ya se indicó, en un intento de sustituir o complementar los instrumentos rotatorios, se han desarrollado sistemas para desgastar tejido duro dentario (o ciertos materiales) mediante la proyección de chorros de finas partículas, de origen mineral, dotadas de gran velocidad. Estas técnicas reciben los nombres de “chorreado”, arenado, *sand-blasting*, etc. Pero la utilización de estos sistemas para el tratamiento dentario no es reciente. Sus comienzos se remontan a los principios de los años cuarenta. La indicación clínica de estos procedimientos estaba limitada a la limpieza y acondicionamiento dentario mediante la eliminación de manchas superficiales y la producción de rugosidades en la superficie del diente. La menor energía cinética que aportaban estos aparatos, así como la utilización de partículas de poca dureza, generalmente a base de bicarbonato, explicaban su eficacia limitada.

Los componentes básicos de los aparatos actuales, así como su funcionamiento, son muy simples. Constan de una fuente de energía, que es el aire en movimiento proveniente de un compresor; un depósito de partículas de gran dureza, generalmente de óxido de aluminio y unas boquillas terminales de diferentes tamaños por donde sale el chorro de aire y partículas. Así, cuando la corriente de aire alcanza el depósito de partículas de polvo, las dota de movimiento, de energía cinética, de tal forma que salen proyectadas contra la superficie sobre la que se dirige el chorro. El mecanismo de desgaste o remoción sobre el diente, se produce por el impacto directo de las partículas sobre el mismo, así como por los fragmentos de las partículas y del diente que se rompen durante el choque. El resultado será la eliminación del sustrato sobre el que actúa, conformando una cavidad, con la formación de una superficie irregular. La eficacia, en términos de velocidad de desgaste y producción de mayor o menor rugosidad, va a depender de la dureza del tejido dentario (más duro el esmalte que la dentina y que el tejido careado); de la presión del aire comprimido; del tamaño de las partículas (variable entre 25 y 50 μm) y el tamaño del orificio de salida de la boquilla del terminal, entre 0,004mm y 0.014 mm. Generalmente, utilizan partículas de óxido de aluminio, sílice, etc. Existen en el mercado una gran variedad y tipos de sistemas de microabrasión. Desde los más sencillos, de mesa, a los más complejos y con mayor cantidad de mobiliario y utensilios complementarios. Los hay de tamaño pequeño, que caben en la palma de una mano, conectados a la instalación del equipo

dental (**figuras 2.27. y 2.28.**), hasta más voluminosos, tipo columna, con sistemas de compresor y de aspiración propios, con instalaciones de filtro de aire ambiental, etc. El funcionamiento puede ser muy simple con un sistema manual de control de presión de aire, o más sofisticado con controles electrónicos digitales también de modos de pulsión del chorro de aire, o de flujo, etc. Indudablemente, el precio de venta de estos sistemas en el mercado estará relacionado con el tipo de aparato que escogamos. Las **figuras 2.29. y 2.30.** muestran modelos de laboratorio.

La utilización de la microabrasión en la clínica dental o el laboratorio, por las características inherentes al sistema, está sujeta a una serie de requisitos imprescindibles de seguir, para evitar o minimizar los inconvenientes derivados de su funcionamiento. Serán necesarias medidas de protección tanto del paciente como del profesional y ayudantes, como son el uso de gafas protectoras; la utilización del dique de goma es imprescindible; una buena aspiración del campo de trabajo; la conservación y cuidados del sistema de filtros del equipo, y en su caso, del aire ambiental, así como del instrumental susceptible de deterioro (por ejemplo los espejos de exploración) y, desde luego, un buen aprendizaje y entrenamiento previos a su manejo en la clínica o laboratorio. La **figura 2.31** muestra, a título de ejemplo, el efecto del chorreado o arenado sobre la superficie tersa y pulida de un metal.

Consideraciones más extensas sobre los efectos en la microestructura del diente, sobre su manipulación específica durante el tratamiento o sobre la importancia clínica que tiene su utilización, creemos que no corresponde al espíritu de este texto por lo que no nos extenderemos sobre ello. Simplemente anotar que existen en la literatura diferentes estudios que avalan su validez en la preparación de ciertos tipos de cavidades y de la superficie dentaria, en los procedimientos terapéuticos con técnicas adhesivas. Existe controversia sobre si mejora o no la eficacia de otros sistemas. La microabrasión es muy interesante sobre materiales artificiales (por ejemplo, ciertas porcelanas) como procedimiento de tratamiento de superficies (chorreado de superficies internas de coronas completas o carillas, antes de su cementación) o procedimientos de laboratorio (chorreado de superficies de estructuras metálicas de prótesis, recién obtenidas del procesado por colado, para desbastado, etc.).

5. DESGASTE MEDIANTE INSTRUMENTOS VIBRATORIOS ULTRASÓNICOS

Aunque no es una técnica que se haya generalizado, existen instrumentos diamantados que, conectados a aparatos generadores de ultrasonidos, transmiten una vibración que puede producir desgaste de tejidos duros dentarios. Las puntas mostradas en la **figura 2.32. A y B** están destinadas, después de practicar una apicectomía, a labrar o preparar, por vía retrógrada o apical, una cavidad que después será obturada con un material adecuado. Las puntas diamantadas en la **figura 2.32. C** están destinadas a ciertas técnicas de algunos tratamientos endodóncicos. Existen también modelos planos y activos por una sola de sus caras, para actuar en cavidades labradas en espacios interproximales. Otros detalles pueden consultarse en el capítulo dedicado a vibraciones sónicas y ultrasónicas (Instrumentación 4).

6. ELECTROEROSIÓN (ELECTROPULIDO)

También se pueden pulir metales mediante un procedimiento electrolítico. Para otros detalles ver capítulo dedicado a fuentes de energía (Equipamiento 2) (**figura 2.33**).

7. ACABADO Y PULIDO MEDIANTE ELEMENTOS MANUALES.

El acabado de las restauraciones puede hacerse con instrumentos rotatorios o manualmente (**figuras 2.34 y 2.35**). La única condición es que sean de granulometría muy fina o lo más lisa posible. Pueden usarse también pastas para pulir. Hay ocasiones en que el acceso a ciertas zonas de la cavidad bucal, mediante una pieza de mano, es difícil y complicado o, sencillamente, imposible. Para obviar este inconveniente, existen tiras de papel o de plástico que, por una de sus superficies, van impregnadas con el elemento pulidor adecuado, siempre de granulometría muy pequeña. La **figura 2.35**. muestra el pulido de una zona interproximal.

BIBLIOGRAFÍA

Anusavice K.J. y Antonson S.A. Materiales para acabado y pulido. Capítulo 13 en: Anusavice K.J.: Phillips Ciencia de los materiales Dentales. Elsevier España S.A. Madrid 2004.

Barrancos J., Jimenez J.A. y Rodríguez G.A.: Instrumental. Capítulo 4 en: Barrancos J. Operatoria Dental. Tercera edición. Editorial Médica Panamericana S.A. Buenos Aires, 1999.

Díaz M.J. y Sánchez E.: Pulido de superficies en la cavidad bucal. Capítulo 7 en : Tratado de Odontología. Tomo II. Smithkline Beecham S.A. Madrid 1998.

Diccionario de la Real Academia Española. Vigésima edición. Madrid, 1984.

MOSBY'S Dental Dictionary. St Louis, 2004.

Schultze L.C.: Odontología Operatoria. Editorial Interamericana S.A. México 1969.

UNE 106103-1:1991 Instrumentos rotatorios dentales. Sistema de codificación numérica. Parte 1: características generales.

UNE 106103-2:1993 Instrumentos rotatorios dentales. Sistema de codificación numérica. Parte 2: forma y características específica.

UNE 106107-1:1991 Instrumentos rotatorios dentales. Fresas de corte. Parte 1: fresas de corte para laboratorio en acero.

UNE 106400:1991 Piezas de mano dentales. Dimensión de los acoplamientos.

UNE-EN 23823:1992 Instrumentos rotatorios dentales. Parte 2: fresas para acabado de acero y de carburo.

UNE-EN ISO 7785-2 Piezas de mano dentales. Parte 2: piezas de mano rectas y de contra-ángulo (ISO 7785-2: 1995) AENOR. Madrid, 1998.

UNE-EN 21942- 3. Vocabulario dental. Parte 3: instrumentos dentales. AENOR Madrid, 1994.

UNE-EN 21942- 4. Vocabulario dental. Parte 4: Equipo dental. AENOR Madrid, 1994.

UNE-EN ISO 1797-1:1999. Instrumentos rotatorios dentales. Vástagos. Parte 1 Vástagos de materiales metálicos.

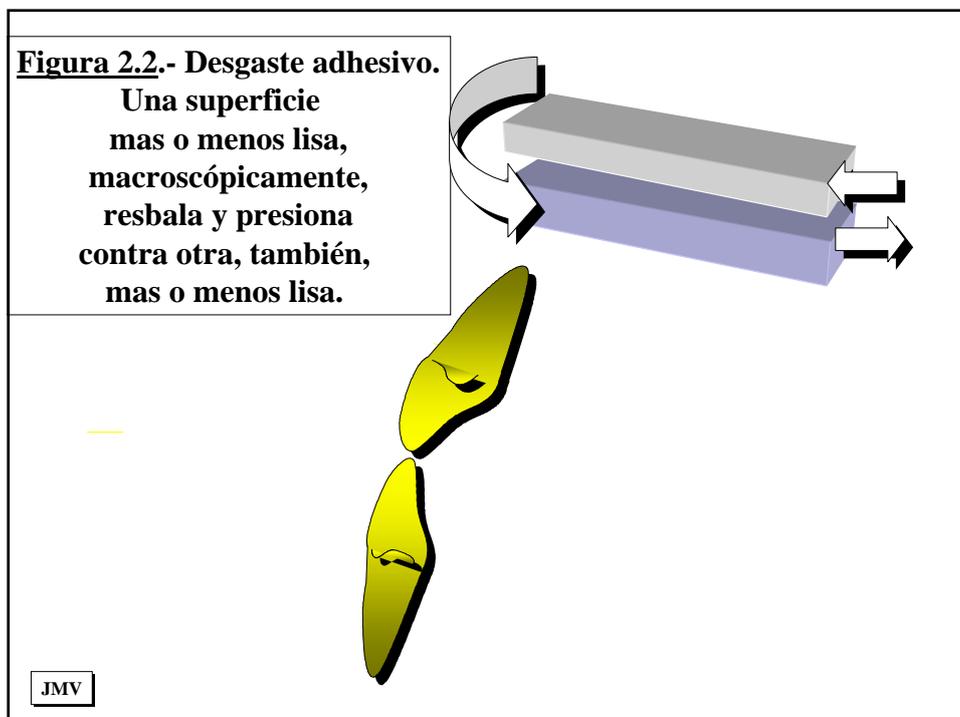
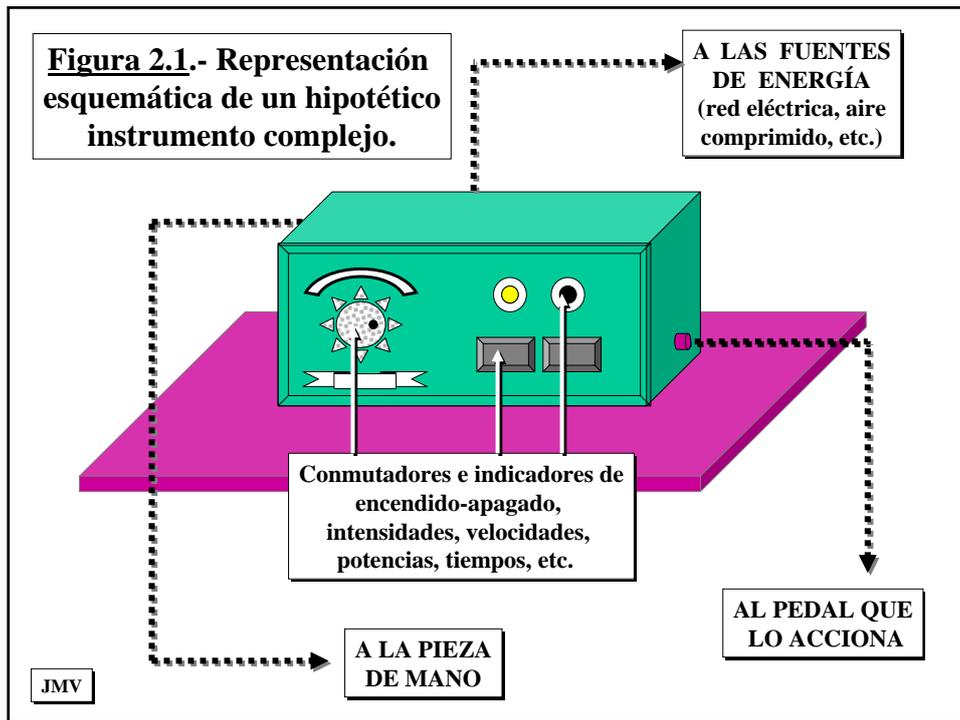
UNE-EN ISO 1797-1:1999. Instrumentos rotatorios dentales. Vástagos. Parte 2 Vástagos de materias plásticas.

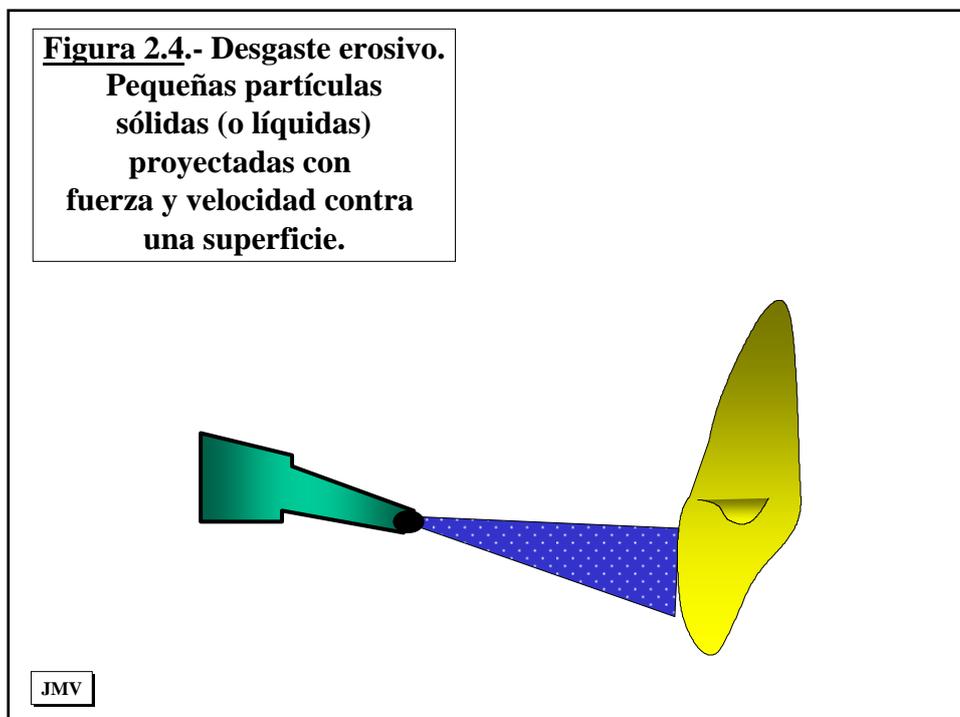
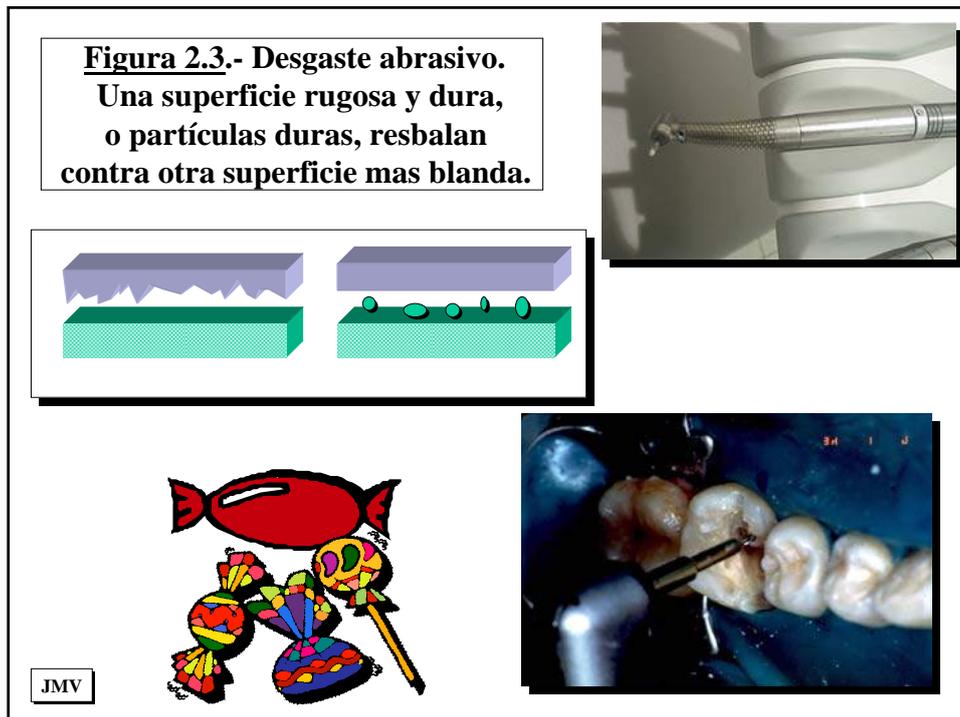
UNE-EN ISO 11498: 1999. Piezas de mano dentales. Motores eléctricos dentales de baja tensión.

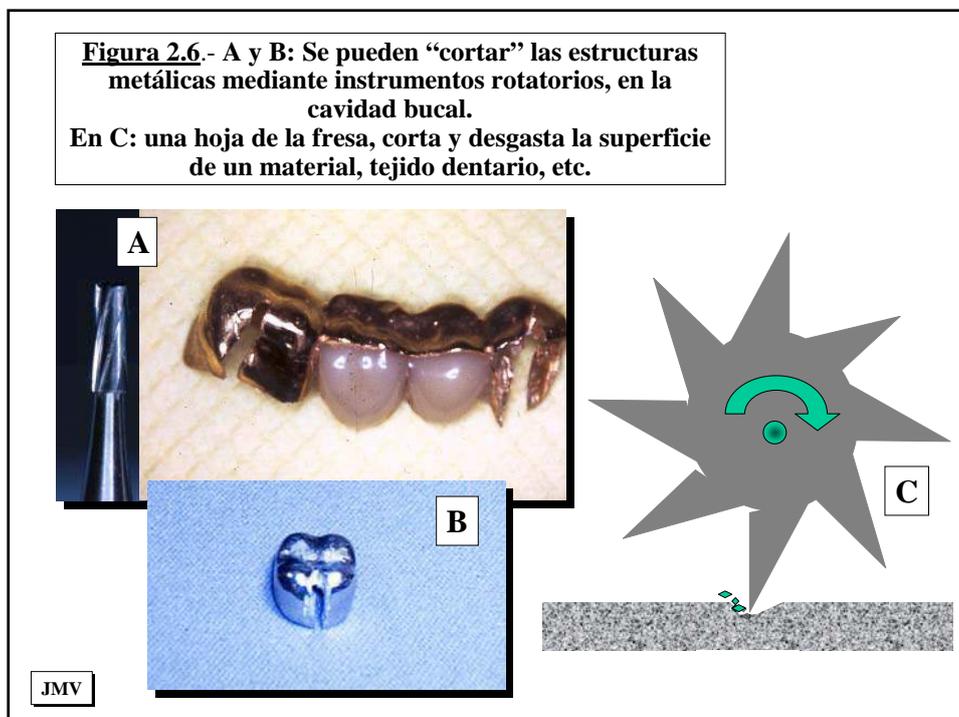
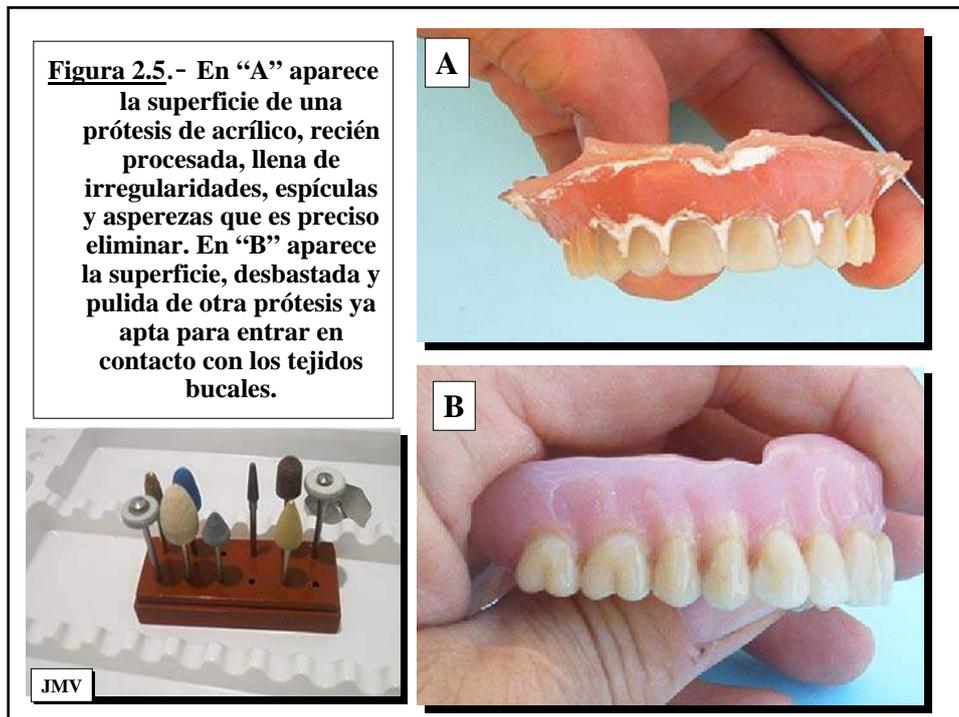
UNE-EN ISO 13294: 1997. Piezas de mano dentales. Motores de aire dentales.

UNE-EN ISO 13295: 1996. Instrumentos rotatorios dentales. Mandriles.

Vega J.M.: Materiales en Odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Ediciones Avances Médico Dentales S.L. Madrid, 1996.







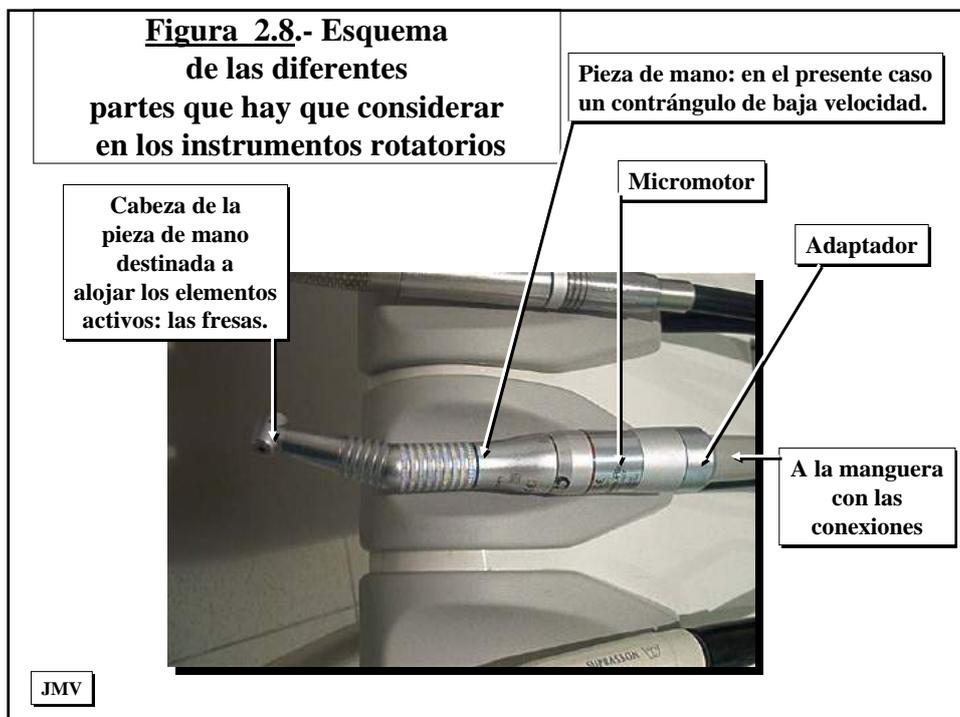
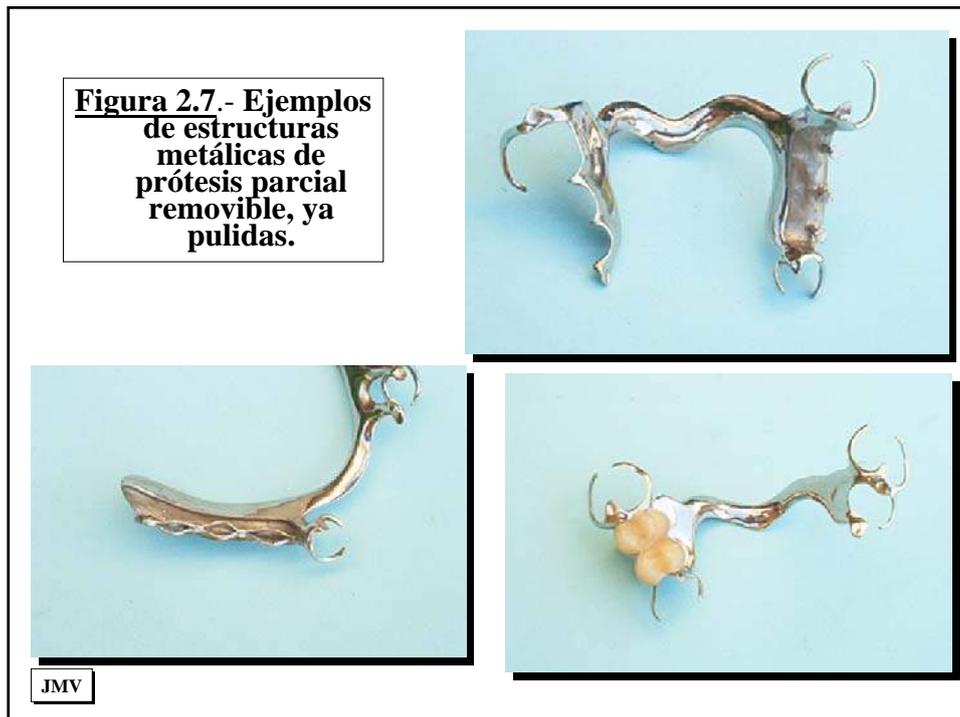
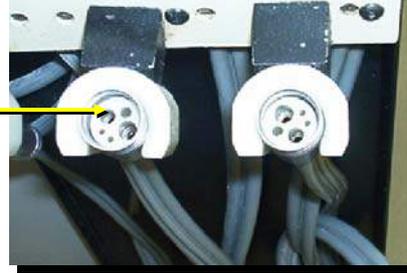
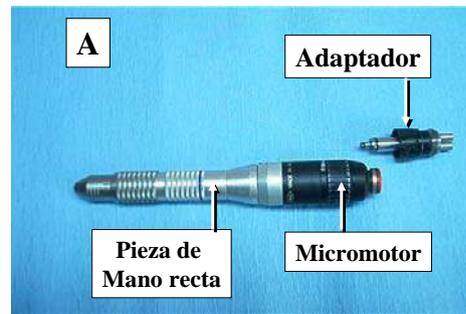


Figura 2.9.- Diferentes tipos de conexiones y sistemas.

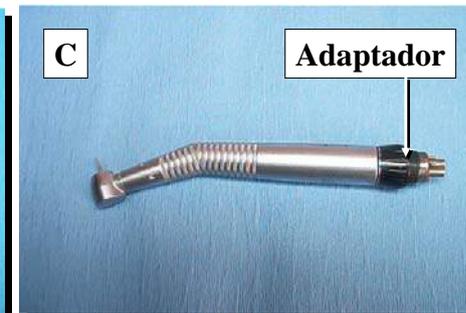


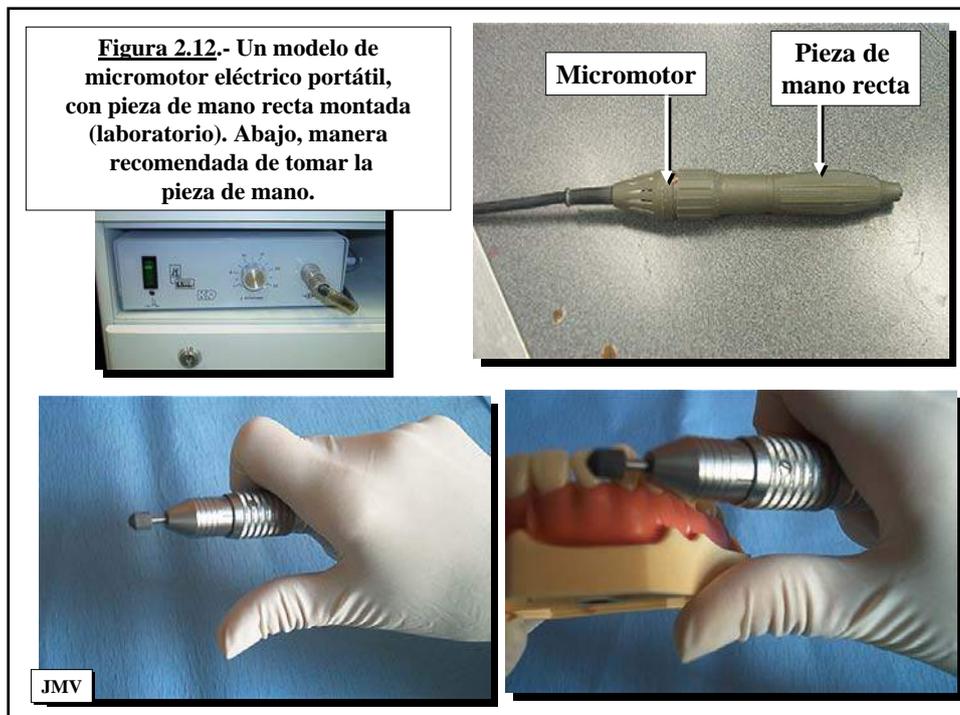
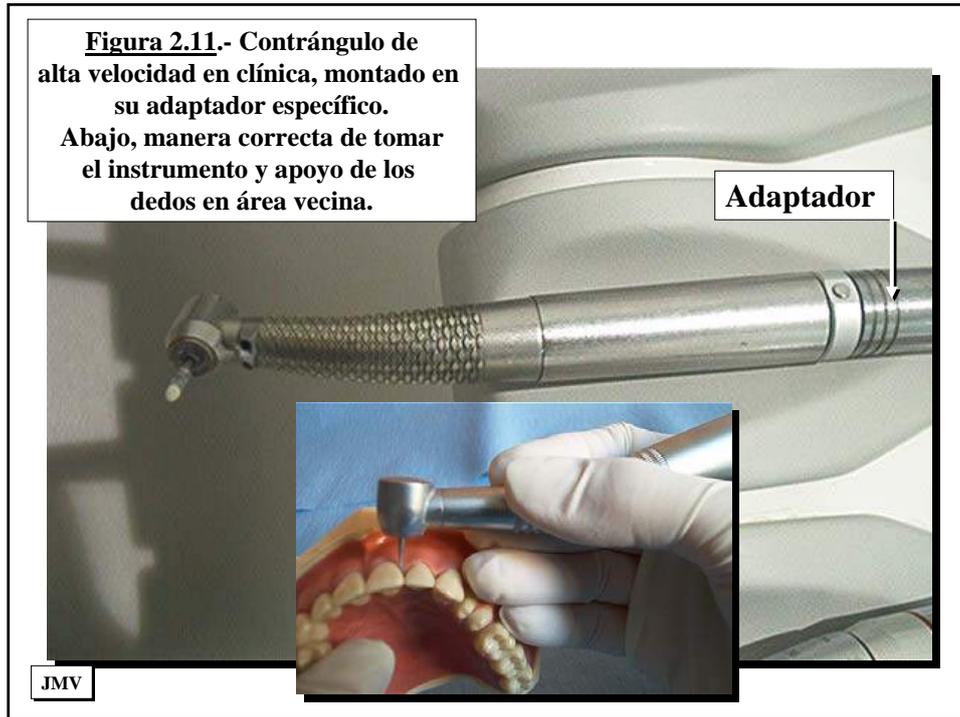
JMV

Figura 2.10.- “A” se muestra un adaptador separado del conjunto formado por micromotor y pieza de mano recta. En “B” el adaptador está colocado. En “C” otro modelo de adaptador está colocado directamente sobre el contrángulo de turbina; no hay micromotor (alta velocidad).



JMV





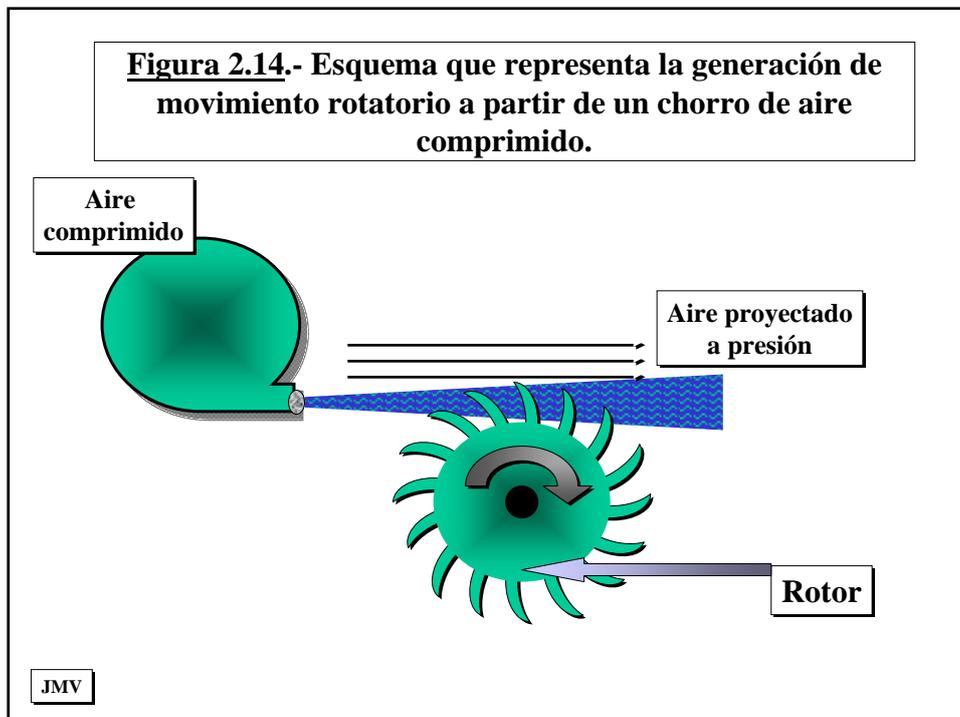
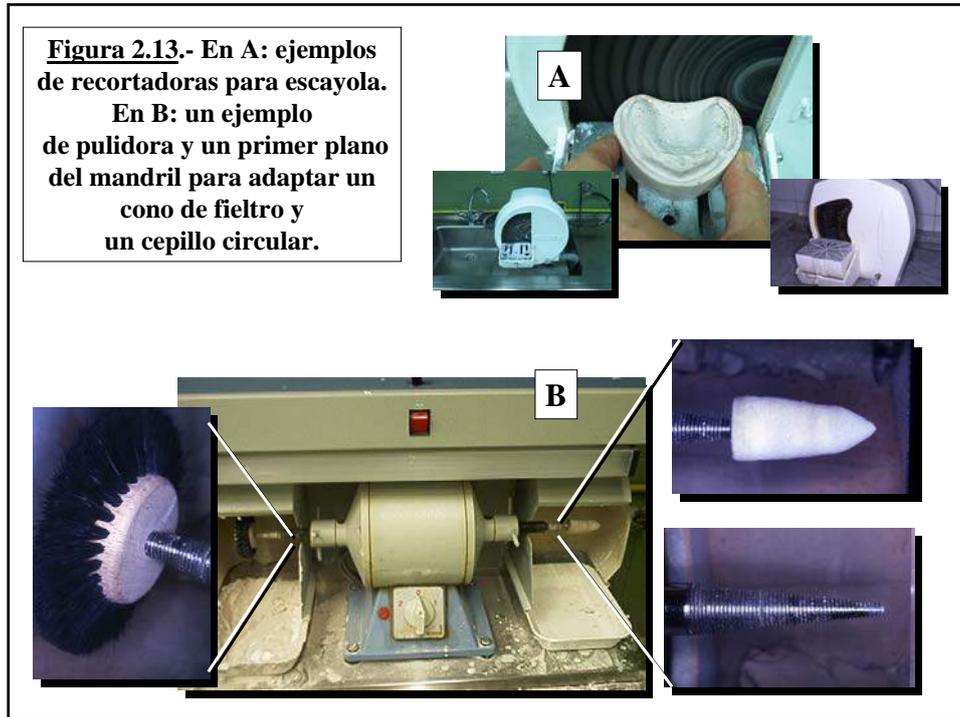
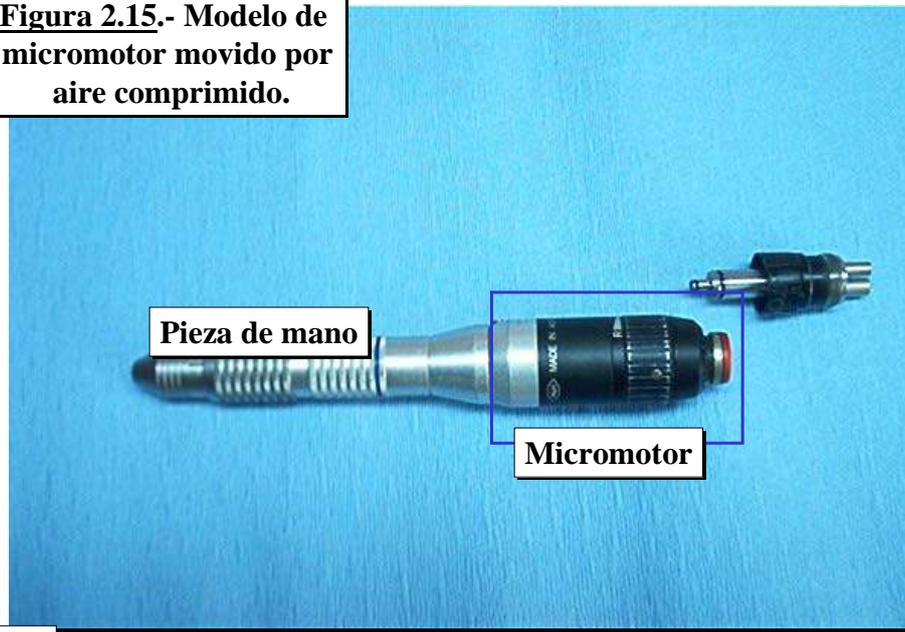


Figura 2.15.- Modelo de micromotor movido por aire comprimido.



JMV

Figura 2.16.- Modelo de primitivo instrumento rotatorio dental, accionado a pedal, conocido como torno de pie. Museo de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.



JMV



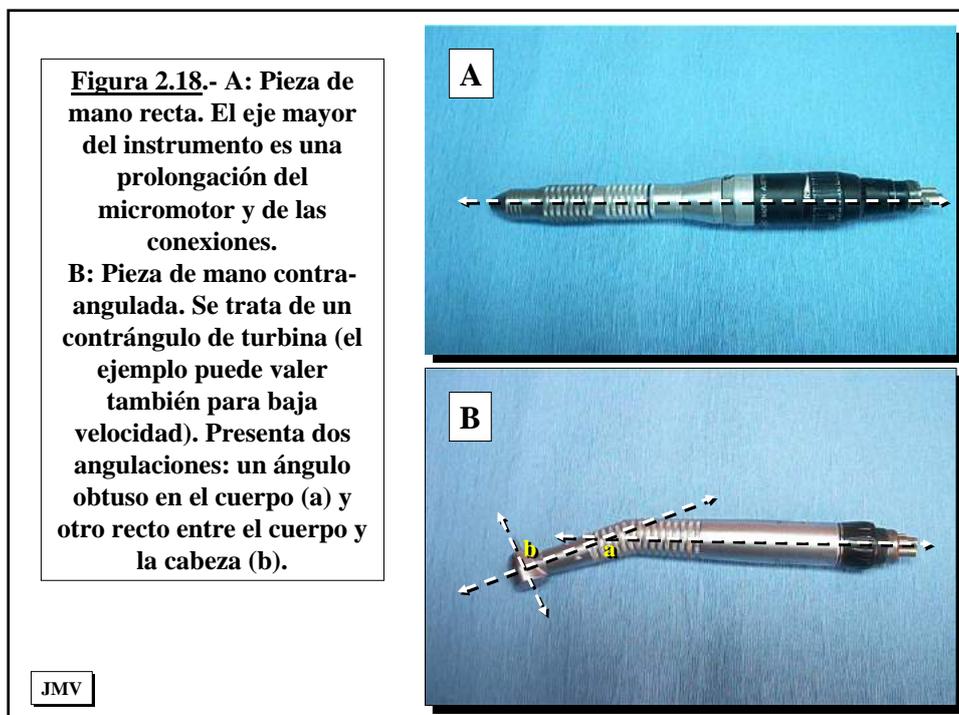
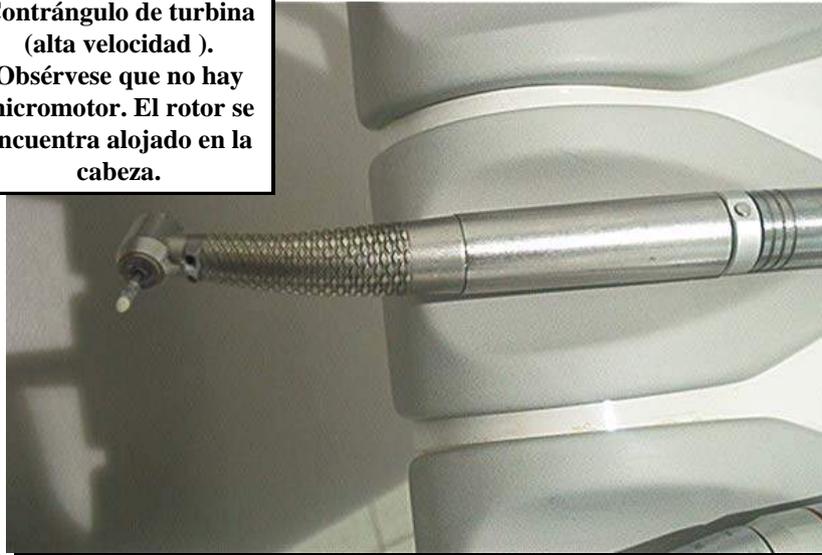


Figura 2.19.-
Engranajes mediante
los que se transmite el
movimiento en el
interior de un
contrángulo de baja
velocidad.

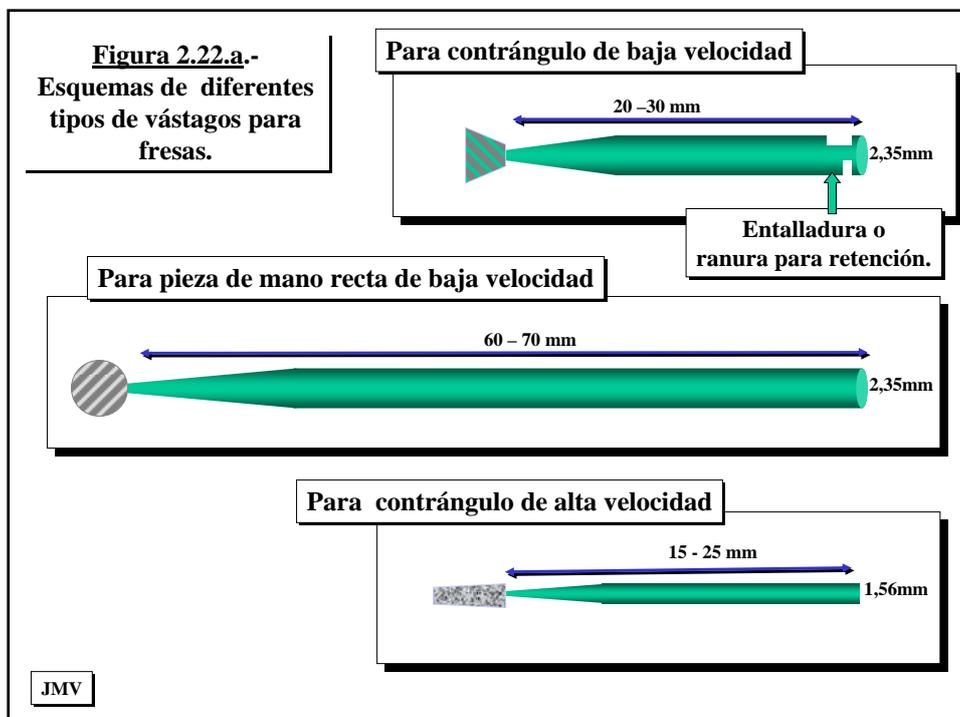
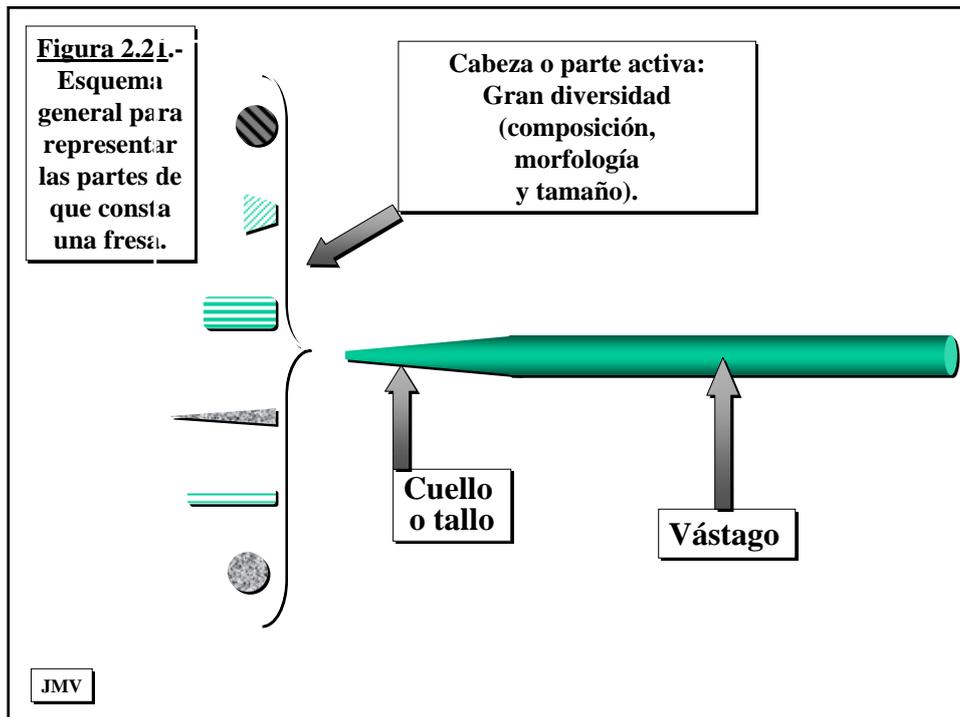


JMV

Figura 2.20.-
Contrángulo de turbina
(alta velocidad).
Obsérvese que no hay
micromotor. El rotor se
encuentra alojado en la
cabeza.



JMV



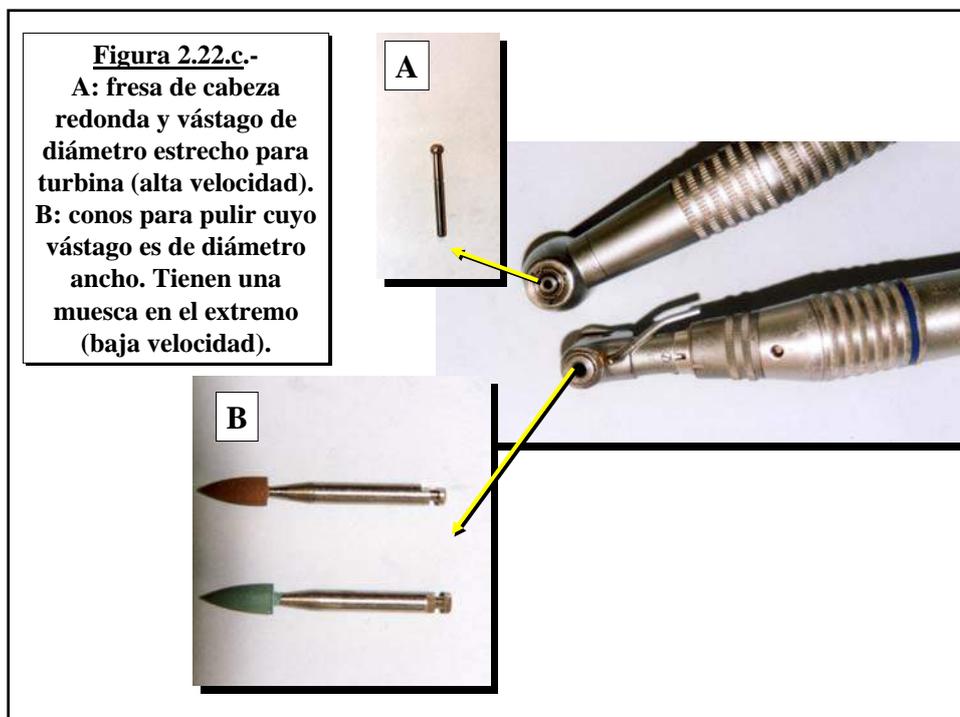
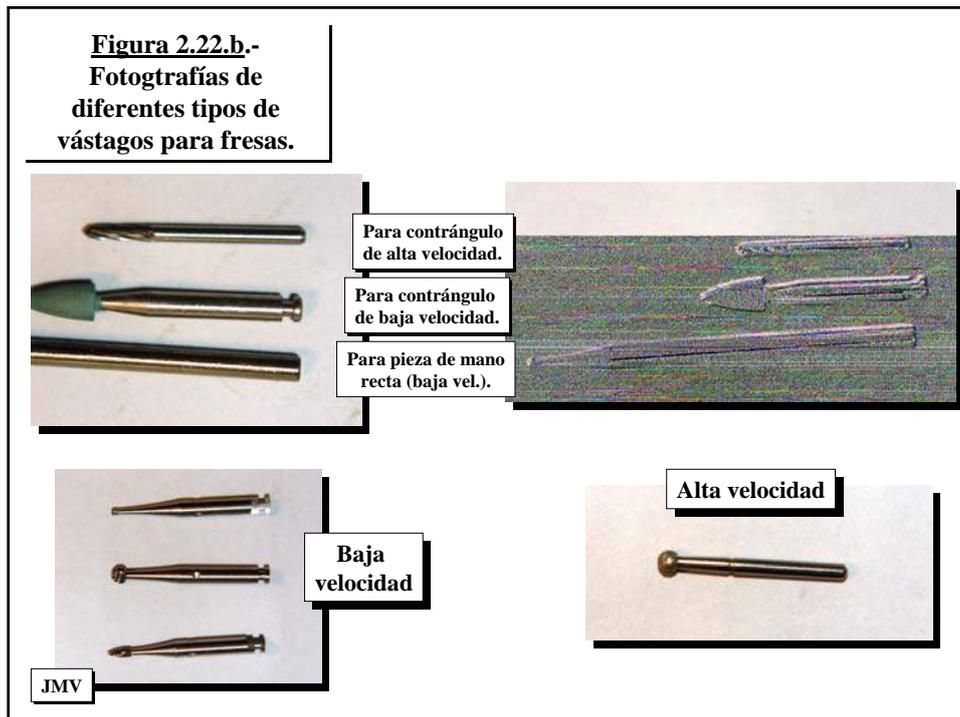
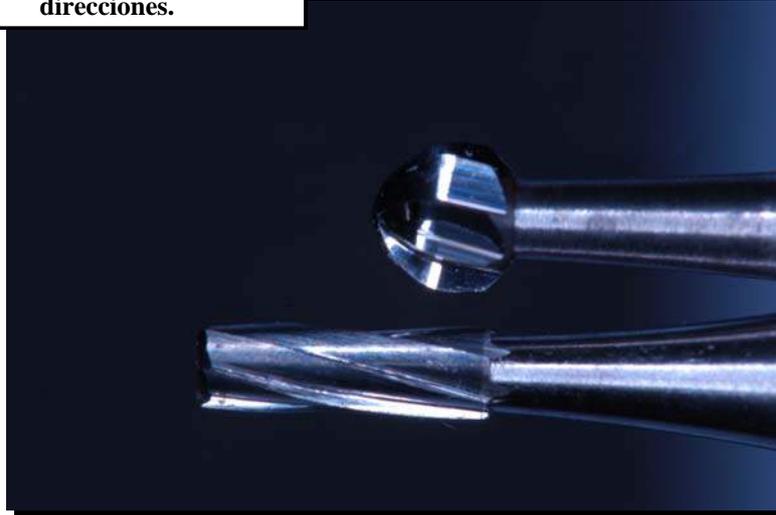


Figura 2.23. a
Fresas de tungsteno, redonda y
cilíndrica, con hojas en diversas
direcciones.



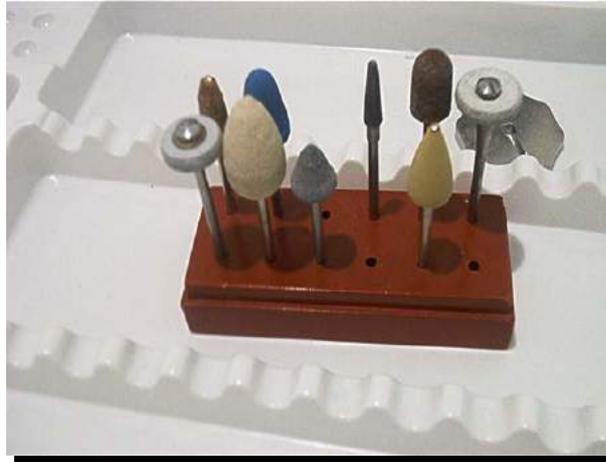
JMV

Figura 2.23. b
Cabeza redonda que muestra
deterioro por el uso.



JMV

Figura 2.24.- Ejemplos de piedras abrasivas.



JMV

Figura 2.25.- Diversos sistemas para poner, retener y quitar las fresas.



JMV

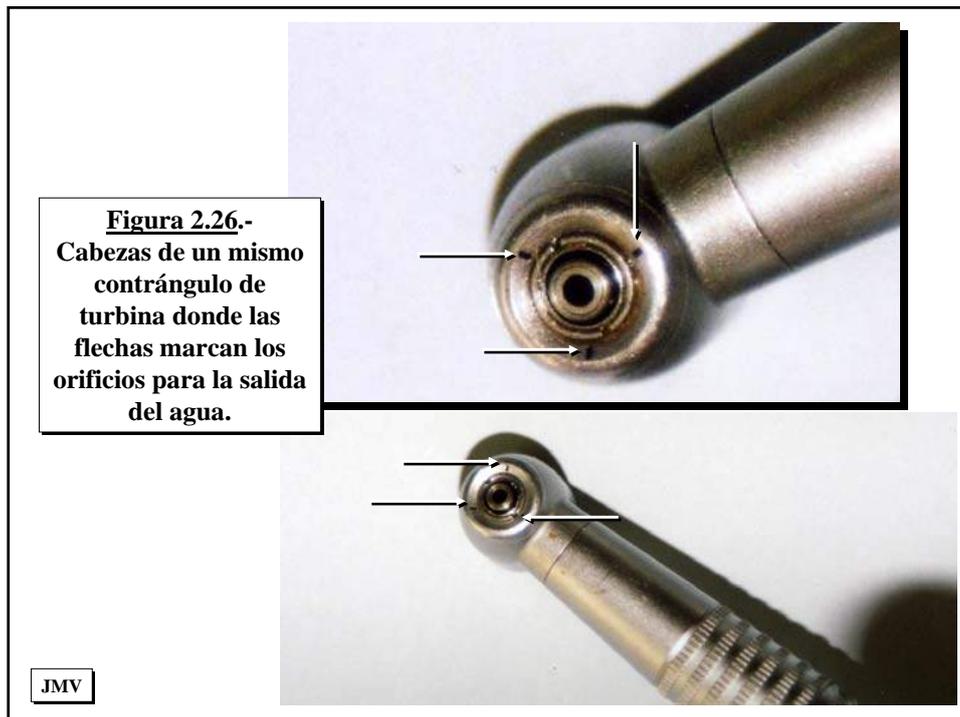


Figura 2.28.- Procedimiento aeroabrasivo para clínica.

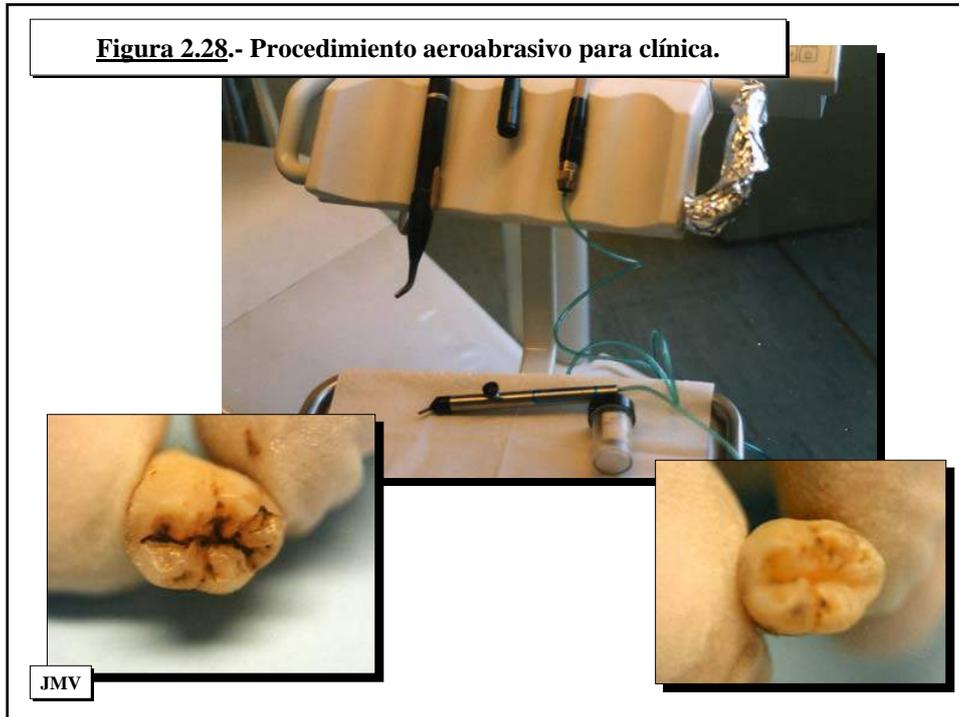


Figura 2.29.- Elementos para procedimiento aeroabrasivo en laboratorio.



**Figura 2.30.-
Demostración de
procedimiento
aeroabrasivo en
laboratorio.**



JMV

**Figura 2.31 .- Ejemplo del efecto
que produce el procedimiento
aeroabrasivo sobre un material
metálico con pulido especular.**



JMV

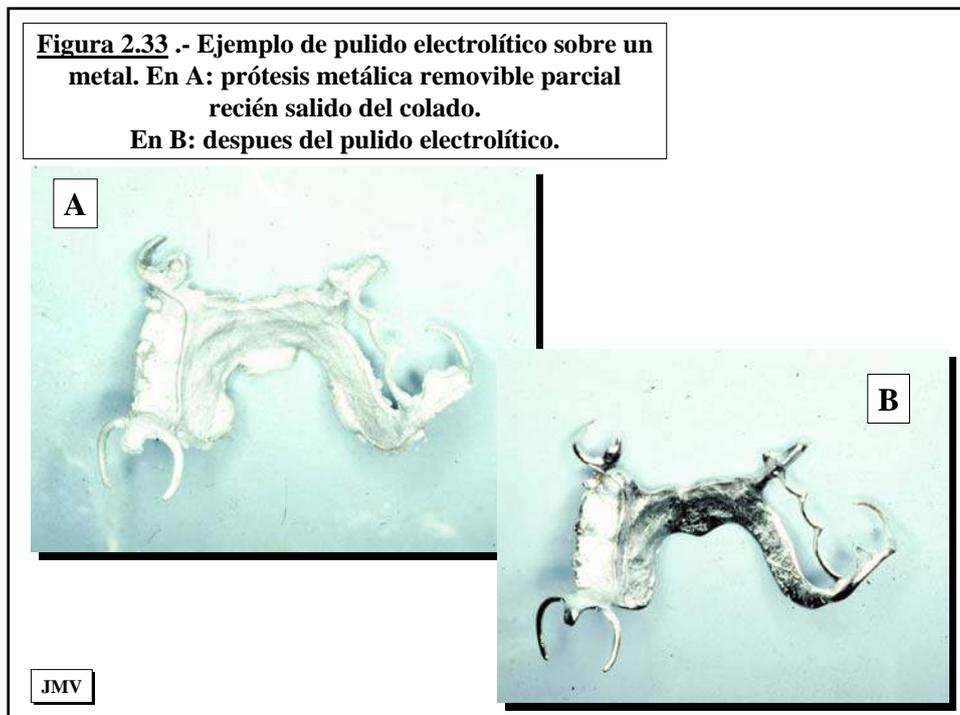
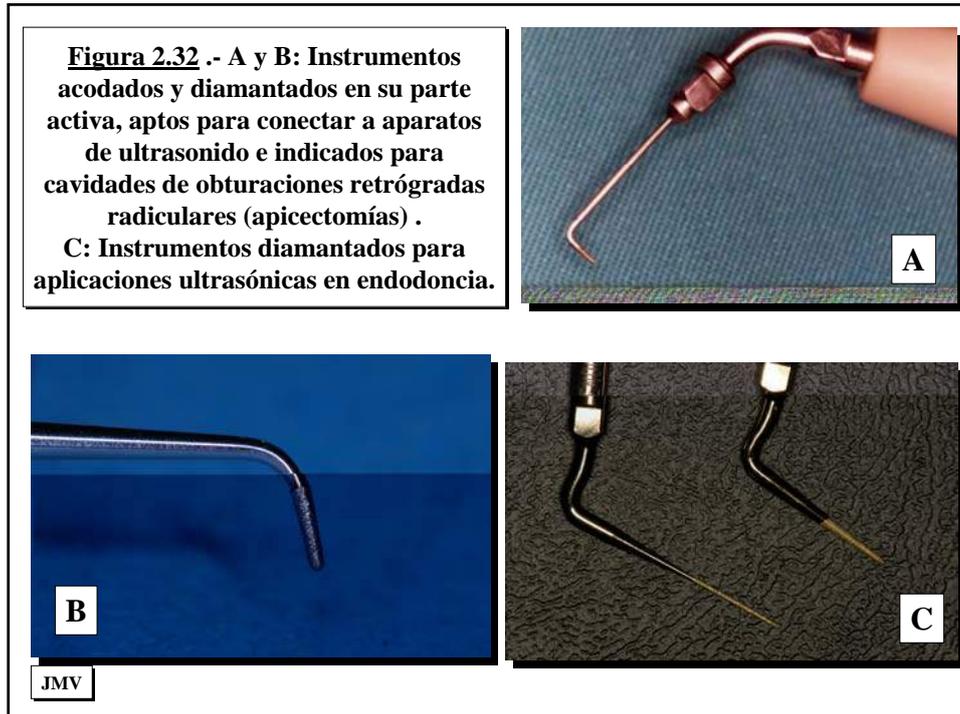
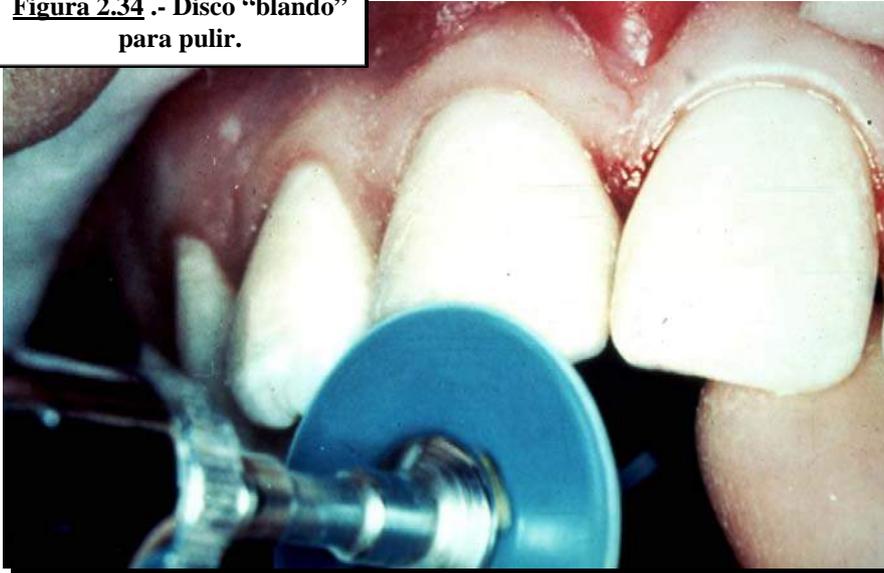


Figura 2.34 .- Disco “blando”
para pulir.



JMV

Figura 2.35 .- Tira de plástico,
en la que hay depositados
granos abrasivos muy finos
para acabar y pulir,
manualmente, una zona de
difícil acceso al instrumento
rotatorio .



JMV

INSTRUMENTACIÓN 3. INSTRUMENTOS COMPLEJOS II: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO. ESTUDIO ESPECIAL DE LA FOTOPOLIMERIZACIÓN.

1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL ESPECTRO ELECTRO-MAGNÉTICO

Dentro del estudio de los instrumentos complejos ocupan un lugar destacado, en el campo dental, los que utilizan alguna fuente de energía dimanante de diferentes zonas del espectro electromagnético (EEM). Éste abarca todas las frecuencias o longitudes de onda, desde los rayos cósmicos (las de menor longitud de onda) a las ondas de radio (las de amplitud mayor). El presente texto va dirigido a la comprensión de técnicas instrumentales y materiales propios del campo odontológico; por ello, la sistematización y los conceptos que se utilizan están adaptados a esta área del conocimiento. Se van a tratar algunos aspectos relativos a la zona visible, a la radiación ultravioleta (UV) y a la infrarroja. La zona ultravioleta tiene preferentemente actividad fotoquímica, al igual que la zona visible (la propia naturaleza de la visión es un fenómeno fotoquímico), mientras que la infrarroja posee acción calorífica (**figura 3.1**).

Las radiaciones visibles y la ultravioleta tienen interés, en el campo dental, por diferentes razones. Las UV tuvieron en el pasado -y las visibles actualmente- aplicaciones para endurecer o polimerizar materiales (fotopolimerización). Esto quiere decir que hay materiales dentales que se presentan en estado plástico (por ejemplo, resinas compuestas) que endurecen por acción de ciertas radiaciones, como la luz visible. Ello supone, por lo tanto, que en la composición de estos materiales debe estar presente algún compuesto químico “sensible” a la acción de luz o radiación que active e inicie una reacción química (fotopolimerización). Se dice de tales materiales que son fotoactivados, fotopolimerizables, fotocurados, etc. En un primer tiempo, hacia los años setenta del siglo XX, se utilizaron radiaciones ultravioletas para fotopolimerización pero, debido a sus inconvenientes, pronto fueron sustituidas por radiaciones dentro del espectro visible.

Antes de seguir adelante, conviene aclarar algunos términos y conceptos para entender, después, aspectos más técnicos de mejor manera.

LUZ - La palabra “luz” debe referirse siempre a la radiación visible (perceptible por el ojo humano), esto es la comprendida entre el violeta y el rojo. A veces se dice, impropriamente, por ejemplo, luz ultravioleta; es, en realidad, una radiación (radiación ultravioleta).

LUZ MONOCROMÁTICA.- Radiación visible de composición “concreta”, que se refiere a una estrecha banda del espectro visible con una longitud de onda determinada.

LUZ POLICROMÁTICA.- Radiación visible constituida por varias longitudes de onda. El haz policromático por excelencia es el de la luz blanca ya que, como se sabe, la luz blanca contiene todas las longitudes de onda del espectro visible (**figura 3.2**).

LUZ HALÓGENA.- Término que ha alcanzado amplia difusión en el mundo dental para referirse a las lámparas (aparatos) destinadas a fotopolimerización o fotocurado de materiales mediante luz visible (no luz ultravioleta). Mediante filtros o fuentes adecuados, en el interior del aparato, es posible seleccionar la longitud de onda deseada para los fines que se persigan. En realidad, la partícula “halógeno” se refiere al tipo de gas que contiene el bulbo o bombilla que se utiliza como fuente luminosa (ver capítulo dedicado a alumbrado e iluminación).

DIFERENCIAS ENTRE RADIACIÓN E IRRADIACIÓN.- Estos dos términos se prestan a confusión y tienden a utilizarse, en la práctica, de forma poco clara. El término **RADIACIÓN**, si no se indica nada opuesto, se suele referir al espectro electromagnético e indica la emisión y propagación de ondas que se transmiten a través de algún medio (un material, el espacio, etc.) generando algún tipo de energía (energía radiante). Por otra parte, el término **IRRADIACIÓN** designa, más bien, la exposición de un material, persona, etc. a la acción de rayos gamma, rayos x o cualquier otra forma de radiación ionizante.

LUZ ESTROBOSCÓPICA.- Luz no continua, que se emite en forma de destellos intermitentes a intervalos muy cortos. En algunos textos se hace alusión a “parpadeo”, para una mejor comprensión. Ciertas técnicas de fotopolimerización de resinas, en algunas lámparas muy específicas, pueden basarse en la aplicación de este tipo de luz. Dicha iluminación es también conocida en otros campos; a título de ejemplo, en el campo médico, para producir estímulos visuales durante la práctica de electroencefalogramas (estimulación luminosa intermitente); en la industria, para observar objetos en movimiento (en el campo de la automoción para el equilibrado de ruedas); en discotecas; etc.

LUZ COHERENTE.- Ver radiación láser.

2. RADIACIÓN VISIBLE Y FOTOPOLIMERIZACIÓN

Luz visible es la parte del espectro electromagnético comprendida entre los 380 nm (violeta) y los 780 nm (rojo). Como bien se sabe, si un haz de luz blanca atraviesa un prisma óptico, dicho haz se descompone en los diferentes colores del espectro visible. La luz blanca se dice, por lo tanto, que es policromática (suma o conjunto de todos los colores), mientras que cada una de las estrechas bandas de un determinado color o matiz son monocromáticas. Esta radiación visible posee actividad fotoquímica. El fenómeno de la visión, en la retina, como ya se apuntó, es un ejemplo de actividad fotoquímica (**figura 3.2**).

Se van a describir, a continuación, algunas de las aplicaciones de la luz visible en un campo que ha revolucionado el último tercio del siglo XX en odontología-estomatología. Se trata de la **FOTOPOLIMERIZACIÓN**, especialmente de las resinas compuestas. En otras palabras, reacciones químicas de polimerización, en las que la luz provoca la apertura de dobles enlaces de los monómeros (polimerizaciones por adición).

2.1. LOS SISTEMAS DE ACTIVACIÓN-INICIACIÓN INCORPORADOS A LOS MATERIALES FOTOPOLIMERIZABLES

Las primeras resinas fotopolimerizables empleadas en odontología, hacia 1970, se activaban, como se ha indicado, mediante fotoiniciadores específicos por acción de radiación UV (éter alquílico de la benzoina, sensible a 365 nm). Sin embargo, por la acción de la radiación UV, hay riesgos cutáneos, oftalmológicos, etc. Para obviar estos inconvenientes, surgieron lámparas de fotopolimerización mediante luz visible. Éste es el procedimiento actualmente en uso. Ello significa que el material a fotopolimerizar debe llevar en su composición un

fotoiniciador sensible al tipo de luz que se desea utilizar (canforoquinona, difenilpropanodiona, lucerina, etc.).

A diferencia con los materiales autopolimerizables, cuya masa endurece independientemente de la cantidad de material, con los materiales fotopolimerizables sólo es posible obtener espesores limitados de polimerización. Esto es especialmente importante en el caso de las resinas compuestas. Desde el punto de vista clínico, hay que resaltar que la luz visible puede penetrar mejor que la UV en la masa del polímero. La "cantidad" de radiación absorbida por un material y la "cantidad" de reacción química producida están en íntima relación. Es fácil comprender que todo ello está en dependencia, a su vez, de diferentes factores tales como:

- Composición del material (naturaleza y tamaño de las partículas de relleno).
- Espesor del material que se desea endurecer.
- Color del material.
- Temperatura del material.
- Distancia entre el terminal y el material.
- Tiempo de exposición.
- Régimen o "modo" de la exposición (ver más adelante).
- Estado de la lámpara (fuente emisora de luz, en cuanto a horas de funcionamiento, etc.).
- Estado de la fibra óptica, (ver más adelante), etc.

Como ya se ha indicado, aunque los sistemas de fotopolimerización fueron introducidos – y actualmente son los más difundidos- para las resinas compuestas, su uso se ha ido extendiendo a otras familias de materiales tales como algunos hidróxidos de calcio, ciertos cementos de vidrio ionómero, etc. En tales casos, los fabricantes añaden en la composición de estos materiales algunos componentes, generalmente de naturaleza polimérica, para que la reacción se produzca. En otras palabras, lo que se convierte en fotopolimerizable, con frecuencia, (hay excepciones), es el "vehículo" en el que asienta el material concreto (ionómero, hidróxido de calcio, etc.).

2.2. LÁMPARAS UTILIZADAS PARA FOTOPOLIMERIZACIÓN

Existen muchos modelos de lámparas para fotopolimerizar. Las diferencias son muy marcadas, tanto por los principios de funcionamiento y aplicación, como por la morfología exterior. Vaya por delante una observación: la propia luz "blanca" para iluminar, es decir, la del foco del equipo, puede producir (de hecho produce) una cierta tasa de fotopolimerización. Ello debe ser tenido en cuenta porque se puede pensar que el material solamente va a endurecer cuando se aplique la lámpara específica de fotopolimerización, pero puede producirse un endurecimiento inesperado de la resina compuesta (aunque sea parcial), por acción de la luz que emite el foco de iluminación. Las lámparas para fotopolimerizar, básicamente, están constituidas por los elementos que esquemáticamente se representan en la **figura 3.3.**:

- La fuente emisora de luz.
- Un eventual filtro para emitir en determinada o determinadas longitudes de onda.
- Un ventilador, como elemento refrigerador o disipador del calor generado (no siempre es necesario; depende del tipo de fuente de radiación).
- Un conductor de la luz (fibra óptica, de longitud variable, según el modelo).
- Un sistema para programar el régimen de funcionamiento.
- Un sistema para controlar tiempo de aplicación.

- El terminal o aplicador de la luz en la zona requerida.
- Eventualmente, un radiómetro (ver más adelante).

Como se aplica una energía (lumínica en este caso), la medida se hace en milivatios por centímetro cuadrado (mW/cm^2). Una de las principales diferencias existente entre los diferentes modelos estriba en la intensidad o potencia con que el aparato radia la superficie a endurecer. Al principio, se utilizaban intensidades o potencias bajas y continuas. En los últimos años, están surgiendo modificaciones - en ocasiones muy espectaculares - en las fuentes, en las potencias y en los patrones de funcionamiento. Todo el mundo de la fotopolimerización se ha vuelto extraordinariamente complejo, de forma rápida. Es de esperar que el inmediato futuro depare continuas aportaciones. La mejor forma de centrar el tema, con carácter general, es exponerlo de forma esquemática, clasificando las lámparas, desde

TABLA III.1.- CLASIFICACIÓN SINÓPTICA DE LAS LÁMPARAS PARA FOTOPOLIMERIZACIÓN	
SEGÚN SU MORFOLOGÍA EXTERIOR	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de sobremesa y larga fibra óptica flexible. • Forma de “pistola” con fibra óptica corta, acodada y rígida. • Forma de “pieza de mano” con fibra óptica corta, acodada y rígida.
SEGÚN LA LONGITUD DE ONDA	<ul style="list-style-type: none"> • Espectro ultravioleta (primitivas, en desuso) (< 380 nm). • Espectro visible y banda ancha (por encima de 400 nm). • Espectro visible y banda estrecha o muy concreta.
SEGÚN LA INTENSIDAD O POTENCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Baja intensidad (entre 400-800 mW/cm^2). • Alta intensidad (hasta más de 2.000 mW/cm^2). • Muy alta intensidad (por encima de 3.000 mW/cm^2).
SEGÚN LA FUENTE EMISORA DE LUZ	<ul style="list-style-type: none"> • Lámparas halógenas. • Láser de argón. • De arco de plasma. • De xenón. • De diodos (LED) (Light Emmiting Diode).
SEGÚN EL RÉGIMEN, MODO O PATRÓN DE FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Continua. • Creciente escalonada. • Creciente progresiva (en plano inclinado o rampa). • Intermitente, parpadeante, discontinua (estroboscópica). • Combinaciones de las anteriores.

diferentes perspectivas, según se refleja sinópticamente en la **tabla III.1**. La información específica de cada lámpara y qué tipo de resina (o material) puede fotopolimerizar debe buscarse en la información concreta de cada fabricante. Ha de hacerse desde aquí la advertencia de que todas las resinas no son fotopolimerizadas por todas las lámparas.

2.2.1. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU MORFOLOGÍA Y DISEÑO EXTERIOR

Es la forma más simple de clasificarlas, aunque no obedece a criterios “científicos o técnicos”. Se ajusta más bien a criterios históricos y ergonómicos. No obstante, permite una primera perspectiva. Una identificación general es la de que van disminuyendo de tamaño.

A. En unos casos, consiste en una caja, de sobremesa, que contiene la fuente emisora de luz, los filtros, el ventilador, etc., de la que emerge un largo cable flexible (fibra óptica) que

conduce el haz luminoso hasta el instrumento manual terminal (**figura 3.4.**). Es la forma que puede denominarse convencional. Este diseño se va abandonando, ya que la larga manguera, que constituye la fibra óptica, es incómoda y puede deteriorarse con cierta facilidad. Pequeños haces de fibras ópticas, en su interior, pueden romperse, con lo que el aparato pierde rendimiento. La manguera flexible permite acceder al paciente con facilidad. Hay aparatos que incorporan filtros, seleccionables a voluntad del operador, que permiten diferentes funciones como fotopolimerizar, para transiluminación y exploración en general (luz blanca potente), para detectar placa bacteriana previamente teñida, para diagnosticar lesiones de la mucosa bucal, ciertas fotografías, etc.

B. Otras veces, todo el conjunto adopta la forma de una gran pistola (**figura 3.5.**). En este caso, el aparato se aproxima, manualmente en su conjunto, a la zona de trabajo. La luz es conducida, mediante una corta fibra óptica, acodada y rígida, a la zona donde actúa. Suelen necesitar algún sistema de ventilación para disipar el calor generado por la fuente.

C. En otras ocasiones, adopta la forma de una pieza de mano de diferente diseño (**figuras 3.6 y 3.7.**) con características y principios de aplicación propios. Los modelos, sin cables, suelen ser recargables o funcionan mediante pequeñas baterías (**figura 3.7.**).

Debe quedar claro que la simple morfología exterior de uno de estos instrumentos complejos no es suficiente para identificar por completo sus atributos (tipo de fuente luminosa, longitud de onda, intensidad de la radiación, tiempo de aplicación, etc.). Como en todo el mundo de la tecnología actual (informática, fotografía, aparatos de precisión, etc.), la continua disminución de tamaño de los componentes electrónicos, permite la frecuente salida al mercado de modelos más reducidos y sofisticados en cuanto a diseño y ergonomía. La diversidad de técnicas, ya aludida, también hace que en un mismo aparato puedan reunirse diferentes modos o sistemas, lo que añade más botones, programadores de tiempo o intensidad, etc. Para ayudar a dosificar exactamente el tiempo de exposición, unos aparatos van provistos de un avisador acústico que suena a intervalos regulares; en otros casos, es posible regular cada vez el tiempo de exposición, mediante un temporizador, etc. Siempre resulta imprescindible consultar las especificaciones técnicas e instrucciones del fabricante del aparato, así como las del material que se desea fotopolimerizar.

2.2.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA LONGITUD DE ONDA

Hay diferentes rangos o “zonas” de trabajo de las diferentes lámparas en el espectro electromagnético. En los inicios del desarrollo de estas tecnologías, emitían radiación claramente ultravioleta (por debajo de 380 nm). Como la radiación ultravioleta no está exenta de riesgos biológicos, fue prontamente sustituida por radiación visible. En general, es preciso moverse en longitudes de onda entre los 400-550 nm aproximadamente. Ello está en relación con la sensibilidad del componente fotoactivador existente en el material que se desea polimerizar o endurecer. Durante muchos años, ha sido la canforoquinona (CQ). Existe una zona más o menos óptima para su activación, en torno a los 460-470 nm. Modernamente, van surgiendo otros. Por ejemplo, fenil-propanodiona (PPD), con un espectro de activación por debajo de los 430 nm, lucerina, etc. Más adelante, al hablar de fuentes, se volverá sobre este tema (**figura 3.8.**).

Se popularizaron con el nombre de lámparas halógenas porque la fuente emisora era precisamente un bulbo con un filamento de incandescencia en cuyo interior contenía un gas halógeno. Sin embargo, después se verá que van apareciendo continuamente otros sistemas de lámparas emisoras. Por ello, el término lámpara halógena debe desecharse como acepción

genérica, ya que hay otras fuentes emisoras de luz, y denominar a cada una por su nombre más concreto.

Desde el punto de vista del espectro, unas son de “espectro ancho”, es decir, emiten un rango de longitudes de onda amplio, lo que permite que sean utilizadas para diferentes marcas de materiales (especialmente resinas compuestas). Por el contrario, hay otras que emiten en una banda o franja estrecha de longitud de onda. Esto significa que sólo permiten actuar sobre materiales sensibles a fotopolimerizarse en esa longitud de onda. Como se resalta más adelante, el tipo de longitud de onda está condicionado por la fuente emisora de la luz. Modernamente, ya no tiene por qué ser una lámpara halógena. Todo esto es importante porque, como se indicó, no todas las resinas fotopolimerizan con todas las lámparas (ver más adelante).

2.2.3. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA INTENSIDAD O POTENCIA

Como se ha indicado, la intensidad indica la potencia de la radiación emitida. En realidad, se trata de un “trabajo químico” para producir la apertura de dobles enlaces (polimerización por adición). La unidad de medida utilizada es el miliwatio por centímetro cuadrado (mW/cm^2). Es necesario, como se verá después, que además de la potencia se tenga en cuenta, también, el factor tiempo. De las diferentes combinaciones de estos parámetros ha surgido la gran complejidad en este terreno en los últimos años. Por el momento, desde este punto de vista, en nuestra opinión, lo mejor es reducir a tres las clases o “niveles” de potencia de las lámparas: baja potencia, alta potencia y muy alta potencia.

Las de **baja potencia** corresponden a las convencionales, que emiten entre 350 y 800 mW/cm^2 , aproximadamente. En unos modelos la intensidad es fija. En otros, puede ser regulable.

Las de **alta potencia**, trabajan por encima de los valores indicados más atrás, hasta unos 2.000 mW/cm^2 . Generalmente, adoptan todas la forma exterior, bien de los sistemas de pistola o de pieza de mano. También permiten regular la intensidad y el tiempo de aplicación.

Las de **muy alta potencia**, hasta 3.000 mW/cm^2 o más.

No obstante, esto no es suficiente y es preciso tener en cuenta, también, el factor tiempo. Según ello, a mayores intensidades, menor tiempo. De forma general Es necesario admitir que para intensidades bajas es preciso prolongar los tiempos de radiación, que pueden oscilar entre los 20-40 segundos. Para intensidades superiores es preciso acortar el tiempo de exposición. En cualquier caso, seguir siempre las indicaciones de los fabricantes. Intensidades inferiores a 300-350 mW/cm^2 no deben considerarse eficaces. Para las intensidades o potencias altas se verán las diferentes posibilidades más adelante.

2.2.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUENTE EMISORA DE LUZ

A. Lámparas halógenas.- Son las consideradas convencionales, ya que fueron las primeras que dieron servicio durante largos años. A pesar de ello, siguen teniendo vigencia. Su nombre hace alusión al tipo de lámpara de incandescencia, en cuyo interior se forma un haluro de tungsteno. En origen es una luz blanca. Su longitud de onda se regula mediante filtros adecuados que se sitúan, aproximadamente, entre los 400-600 nm. Su potencia se sitúa entre los 400 y 800 mW/cm^2 . Un inconveniente de estas lámparas es la producción de calor (necesitan ventilador).

B. Lámparas de láser de argón.- La fuente emisora de luz es, como indica su nombre, un láser de argón. Trabajan en un rango de longitud de onda estrecho y a una potencia variable, según los fabricantes, entre 730-1290 mW/cm². Tienen el inconveniente de que solamente pueden actuar sobre resinas compuestas preparadas para esas longitudes de onda.

C. Lámparas de arco de plasma.- La luz se produce en tubos especiales, merced a la descarga eléctrica entre dos electrodos especiales. Su longitud de onda, algo más amplia que en el caso anterior, abarca 450-500 nm. Las potencias, entre los diferentes fabricantes, oscilan entre unos 1200 mW/cm² y más de 2000 mW/cm². Su precio es alto.

D. Lámparas de microdescarga de xenón.- Su longitud de onda está en el rango de las convencionales, es decir, entre 400-510 nm. La potencia se sitúa hacia 1600 mW/cm².

E. Lámparas de diodos emisores de luz (LED).- Un diodo emisor de luz es un dispositivo semiconductor electrónico constituido por dos electrodos que convierten energía eléctrica en luz. Las iniciales significan “light emitting diode”. Una característica importante es que el proceso se realiza a bajo voltaje, lo cual resulta muy atractivo y prometedor. El calor generado es muy bajo, no precisan ventilador. Pueden funcionar con baterías. Como contrapartida, emiten en zonas estrechas de longitud de onda y las intensidades son bajas. Las primeras lámparas LED pertenecen al grupo de longitud de onda estrecho (470 nm, apto para canforoquinonas). Posteriormente, han surgido LED que emiten en longitudes de onda específicas para otros fotoiniciadores (430 nm, o menos, propios de la fenilpropanodiona). No obstante, los fabricantes van mejorando continuamente los sistemas mediante la incorporación en el terminal de varios diodos juntos que se complementan en cuanto a longitudes de onda e intensidades. Con ello se amplía el espectro de utilización a una gran variedad de resinas. El ideal es que una misma lámpara pueda fotopolimerizar cualquier tipo de resina compuesta. El futuro parece muy prometedor en este campo.

2.2.5. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL MODO, RÉGIMEN O “PATRÓN” DE FUNCIONAMIENTO

Independientemente de los parámetros longitud de onda (en nm) y potencia o intensidad (algunos dicen también densidad) en mW/cm², ya mencionados, falta introducir el tiempo en segundos. Pero en un intento de mejorar los diferentes rendimientos en cuanto a la fotopolimerización han surgido muchas polémicas y tendencias. Éstas se centran, fundamentalmente, en resolver dos problemas. Uno, el espesor de polimerización de la masa del material, es decir, grado conversión de la resina compuesta de estado pastoso en estado sólido. Otro, contrarrestar los efectos de la indefectible contracción de polimerización que aparece en la masa del material y los eventuales efectos sobre el estrés generado en la interfase adhesiva entre los materiales y el tejido dentario.

En un intento de optimizar estos resultados, los diferentes autores y equipos de investigación proponen continuamente diferentes sistemas o técnicas, jugando con tiempos, intensidades y modos de aplicación. A continuación, se resumen algunos de ellos, de forma esquemática, sin entrar en detalles concretos de cifras. Es un mundo muy cambiante. Es mejor consultar cada técnica o sistema en la información que ofrece cada fabricante de la lámpara. Mediante el auxilio de representación gráfica nos ayudaremos a comprender las diferentes técnicas, sistemas, modos o patrones, colocando en el eje de ordenadas intensidades y en el eje de abscisas tiempos:

A. Técnica o sistema continuo.- Representado en la **figura 3.9A**. Es el sistema clásico o convencional, es decir, el empleado en las primeras lámparas. La lámpara comienza a

actuar, al conectarse, y, durante todo el tiempo de encendido, aplica la misma intensidad. Por ejemplo, 40 segundos. Esta técnica conserva su vigencia y tiene muchos defensores. Como ya se ha indicado, potencias altas requieren tiempos menores.

B. Técnica creciente escalonada.- La lámpara se conecta y, durante los primeros segundos, actúa a una potencia para pasar, a continuación, durante otro periodo de tiempo, a una potencia superior (**figura 3.9B**).

C. Técnica progresivamente creciente.- Es decir, en forma ascendente (representada por un plano inclinado o en forma de “rampa”) (**figura 3.9C**).

D. Técnica creciente al principio, durante un tiempo, y después continua (figura 3.9D).

E. Técnica discontinua, en forma de pulsos repetidos o “parpadeo”. Similar a las técnicas estroboscópicas mencionadas al inicio del capítulo (**figura 3.9E**).

2.3. LAS FIBRAS ÓPTICAS

Las fibras ópticas merecen algún comentario adicional. En realidad, “la fibra óptica” de cualquiera de los instrumentos descritos es un manojo o paquete de fibrillas de vidrio o de algún plástico, de diámetro reducido (unos pocos micrómetros), rodeado por una cubierta de otro vidrio o plástico. La única condición es que la reflexión de dicha cubierta o vaina sea completa, para aprovechar al máximo la reflexión total interna por las paredes. Ello permite transmitir luz (o imágenes) con mínima pérdida de intensidad (**figura 3.10**). Los diferentes modelos, como ya se ha indicado, pueden estar dotados, bien de una larga fibra óptica flexible (modelos o aparatos de sobremesa), bien de una corta y rígida (modelos de pistola y pieza de mano).

2.4. EL TERMINAL DE LA FIBRA ÓPTICA O APLICADOR

Hay que pensar en la cantidad de situaciones clínicas en las que el profesional se ve obligado a aplicar la luz de fotopolimerización. No siempre ha de ser desde oclusal o en una zona anterior, fácilmente accesible. Hay ocasiones en que hay que fotopolimerizar por distal de un molar, o en espacios interproximales poco accesibles o cercanos a la zona gingival, en el fondo de cavidades estrechas, a través de pequeños espesores de esmalte. Por todo ello, es de gran importancia la forma en que acaba el extremo por el que emerge el haz de luz. Se pueden establecer variaciones en cuanto a diámetro, angulación y morfología. El instrumento manual terminal, para aplicar la luz intraoralmente, puede tener diferentes formas. Suele estar acodado para facilitar la aplicación. El diámetro del haz luminoso suele ser fijo y único para muchos aparatos, pero en otros puede ser modificado a voluntad mediante la adaptación de pequeños terminales intercambiables. Algún modelo de terminal intercambiable puede ser doble (en U) y doblemente acodado, por ejemplo, para polimerizar simultáneamente por lingual y vestibular.

2.5. RADIÓMETROS PARA COMPROBACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS LÁMPARAS

El rendimiento de cada aparato debe ser comprobado regularmente, ya que hay muchas circunstancias que, a lo largo del tiempo, contribuyen a disminuir la eficacia. Entre otras causas pueden citarse:

- Estado de la fuente emisora de radiación.

- Horas de servicio.
- Estado de los conductores que transportan la luz (las fibras ópticas pueden sufrir roturas parciales).
- Suciedad o depósitos de resina en el terminal, etc.

Existen aparatos denominados **radiómetros** aptos para estos fines. La **figura 3.11.** muestra uno de estos dispositivos aislados. Aunque existen radiómetros “independientes”, como el mostrado en la figura, hay modelos de lámparas que también los llevan incorporados.

2.6. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Un último aspecto a considerar es el de la protección para los profesionales y para los pacientes. Como ya se ha indicado al principio, estas lámparas trabajaban en el rango ultravioleta. Hoy día se trabaja dentro de la luz visible. No obstante, es obligado proteger ojos, piel y mucosas. A tal fin, los aparatos suelen ir provistos de pequeños manguitos o escudos protectores. La adopción de gafas, o pequeñas pantallas protectoras adecuadas por el equipo de trabajo (profesionales y ayudantes), resulta obligada (**figura 3.12**).

La aplicación de esta medida puede ser también extensiva a los pacientes, ya que ciertas personas pueden presentar fenómenos de fotosensibilidad. Hay ciertas enfermedades (porfirias, lupus, etc.) o la administración de algunos fármacos, que pueden producir fotosensibilidad.

3. RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (UV)

Es el espacio comprendido, aproximadamente, entre los 380 y 200 nm. Se las divide en tres tipos: longitud de onda larga, longitud de onda media y longitud de onda corta. También se las denomina con las tres primeras letras del abecedario. La principal fuente emisora de luz UV es el sol, pero también puede ser producida artificialmente. Posee importantes efectos biológicos. Unos son beneficiosos, pero otros son claramente perjudiciales. Algunos ejemplos pueden ayudar a comprender estos efectos; cierto tipo de radiación ultravioleta procedente de la luz solar, puede sintetizar vitamina D a nivel subepidérmico, mientras que otro tipo produce pigmentación cutánea (melanina). Es bien sabido que excesos de exposición sin la debida protección pueden producir importantes lesiones oftalmológicas, dermatológicas, etc.

Como ya se ha indicado, hacia los años setenta del siglo XX comenzaron a utilizarse resinas compuestas fotopolimerizables para restauraciones estéticas en dientes anteriores. La fotopolimerización se realizaba merced a lámparas que trabajaban en el sector de las radiaciones UV de onda larga. Posteriormente, han sido sustituidas por radiaciones visibles, debido a los riesgos que se pueden presentar. La radiación UV de menor longitud de onda recibe el nombre de radiación germicida. En esto están basados los diferentes modelos y sistemas de aparatos que pueden verse, bien para conservar en ambiente estéril instrumentos y materiales quirúrgicos, o bien para disminuir la pululación bacteriana ambiental en locales públicos, tales como salas hospitalarias, grandes superficies, etc. Estos sistemas se van abandonando.

4. RADIACIÓN INFRARROJA:

Este tipo de radiación se encuentra por encima de los 800 nm de longitud de onda. Tiene efectos fundamentalmente térmicos. El filamento de una bombilla de incandescencia, por ejemplo, además de luz produce gran cantidad de calor. Se trata de radiación infrarroja.

La diatermia, la onda corta, etc. son aplicaciones terapéuticas del calor en el cuerpo humano. La termografía es una técnica de diagnóstico basada en medir las diferentes temperaturas de diversas áreas, tejidos, órganos o zonas corporales. Las diferencias térmicas pueden registrarse gráficamente mediante colores.

5. RAYOS X

Constituyen la parte del espectro electromagnético comprendida entre 10^{-11} y 10^{-9} metros, es decir, por debajo de la radiación ultravioleta. Se utilizan fundamentalmente para diagnóstico por imagen y para ciertas técnicas terapéuticas (radioterapia). Dada su alta especialización y complejidad, forman una vasta disciplina cuyo terreno no pretendemos invadir, por lo que remitimos a obras especializadas.

6. RADIACIONES GAMMA

Se trata de la zona del espectro comprendida entre 10^{-10} y 10^{-14} metros. Pueden utilizarse con finalidad diagnóstica y terapéutica. También citar que se utilizan para esterilización de instrumental y materiales en gran cantidad, es decir, en instalaciones generalmente industriales. Una buena cantidad de todo el instrumental estéril, de un solo uso que llega a nuestras manos, lo es merced a este sistema (agujas para anestesia, hilos para sutura, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

Baños J.L. y Vega J.M.: Resinas compuestas en Odontología. Capítulo 16 en: Vega J.M. Materiales en Odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Ediciones Avances Médico Dentales S.L. 1996. Madrid.

Barrancos J. y cols.: Operatoria Dental. Editorial Médica Panamericana S.A. Tercera edición. 1999, Buenos Aires.

Bouchier G.: Abrégé de biophysique odontologique. (1982) Masson. Paris.

C.R.A. Newsletter: Lámparas polimerizadoras de resina, diodos emisores de luz (LED). Vol. 15, nº 12, 2001.

C.R.A. Newsletter: Importante avance en lámparas fotopolimerizadoras LED. Vol 17, nº 8, 2003.

C.R.A. Newsletter: [http:// www.cranews.com](http://www.cranews.com) LED resin curing lights 2004. Additional Study details.

Diccionarios Oxford-Complutense: Física. Editorial Complutense S.A. 1998. Madrid

Giner L., Ribera M., Cucurella S., Ferró J.: Lámparas de emisión de diodos (L.E.D.) El futuro de la fotopolimerización. Dentsply noticias. Nº 27. Mayo 2004.

López S., Pulgar R.M. y Vilchez M.A.: Factores clínicos de las resinas compuestas.. Capítulo 15 en Bascones A.: Tratado de Odontología. Tomo III. Smithkline Beecham S.A. 1998. Madrid.

Osorio R., Fuentes M.V. y Toledano M.: Resinas compuestas o composites. Capítulo 7 en: Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Ediciones Avances Médico Dentales S.L. 2003. Madrid.

Philips R.W.: Resinas para restauraciones. Capítulo 12 en: La ciencia de los materiales dentales de Skinner. Nueva Editorial Interamericana S.A. 1993. México.

Vanherle G., Lambrechts P., Braem M.: Overview of the clinical requirements for posterior composites. En: Vanherle G. and Smith D.C. Popsterior composite resin dental restorative materials. Pp. 15-40. Peter Szule Publishing Co. 1985. The Netherlands.

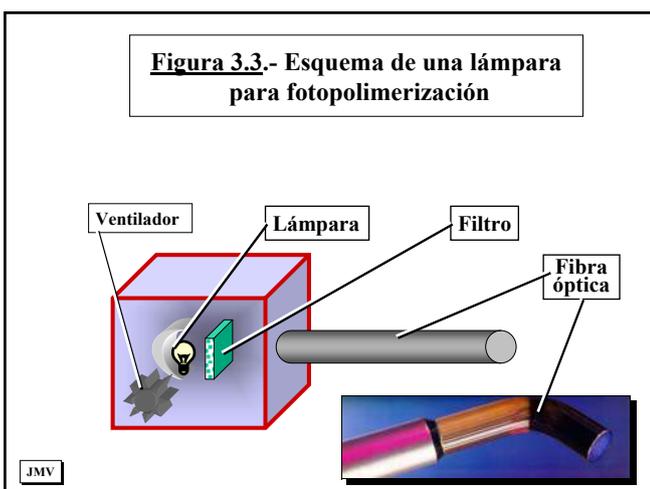
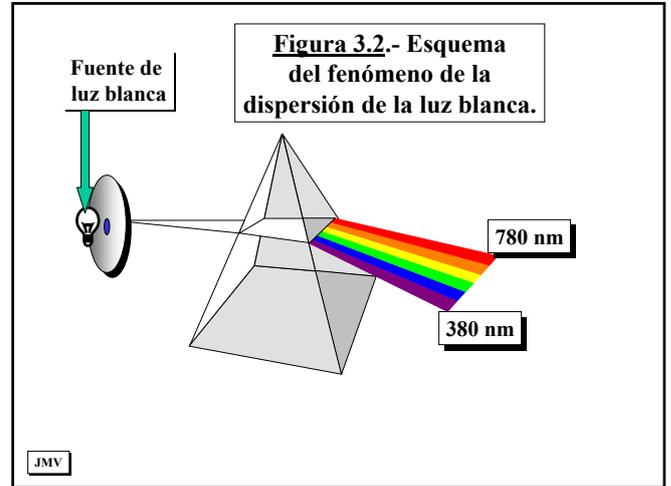
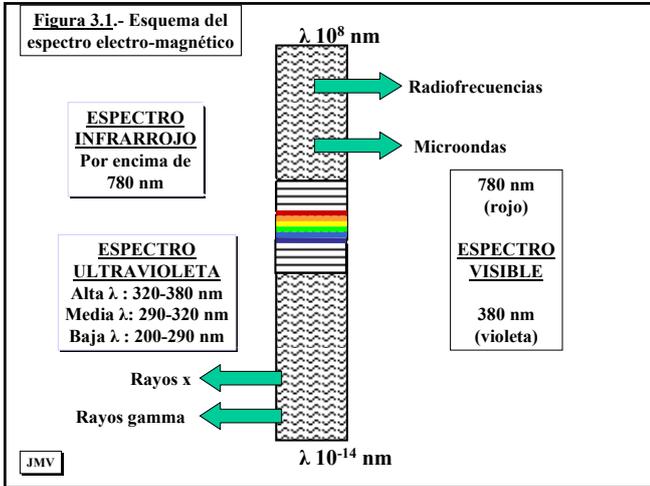


Figura 3.5.- Modelos de lámpara para fotopolimerización, en forma de gran pistola.

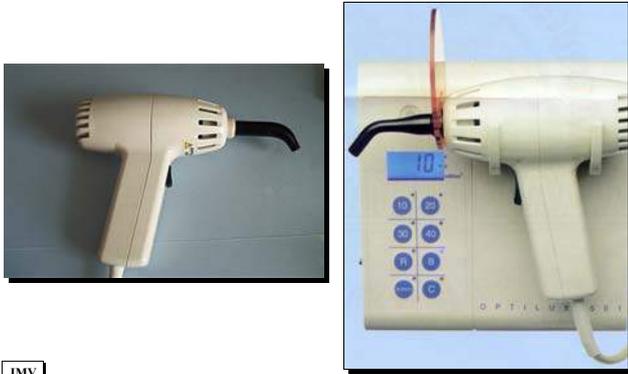


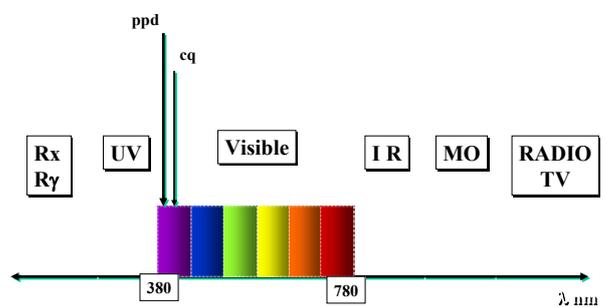
Figura 3.6.- Modelos de lámpara para fotopolimerización, en forma de pistola mas reducida o de pieza de mano (sin cables). Pueden recargarse.

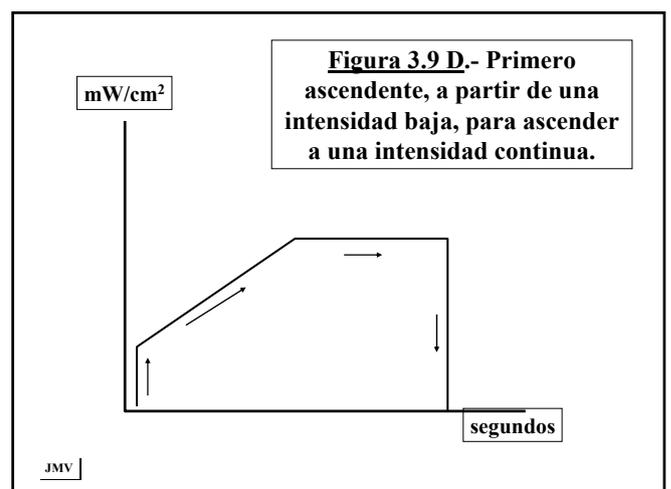
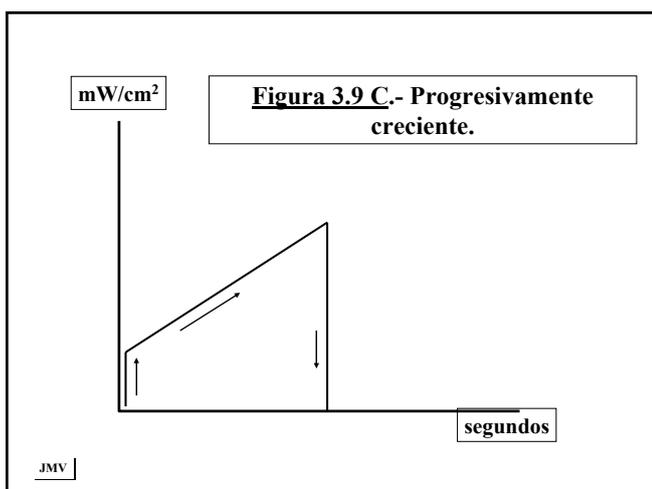
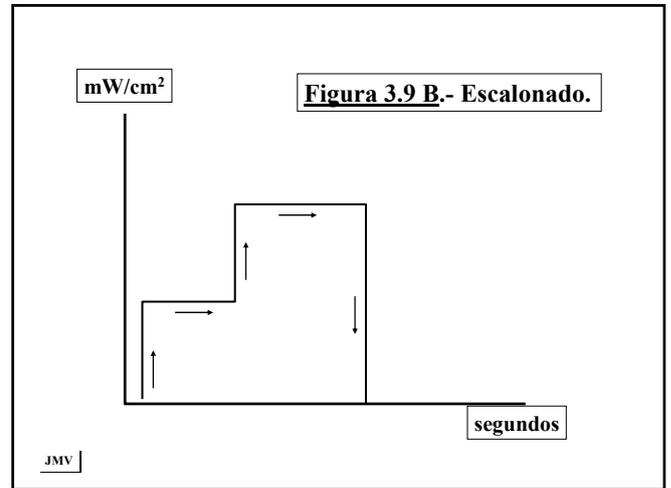
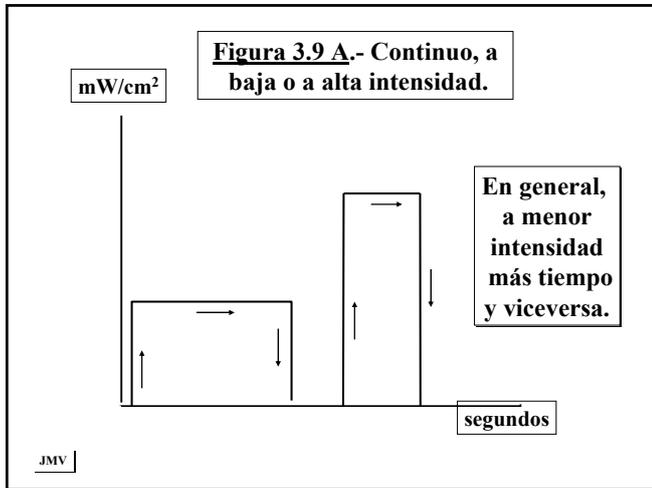


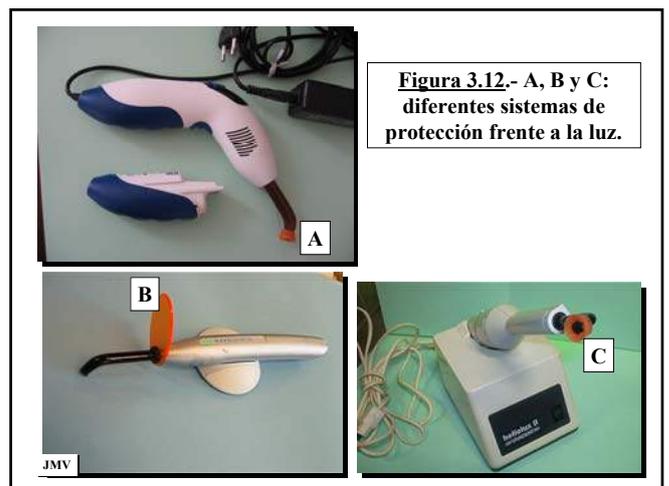
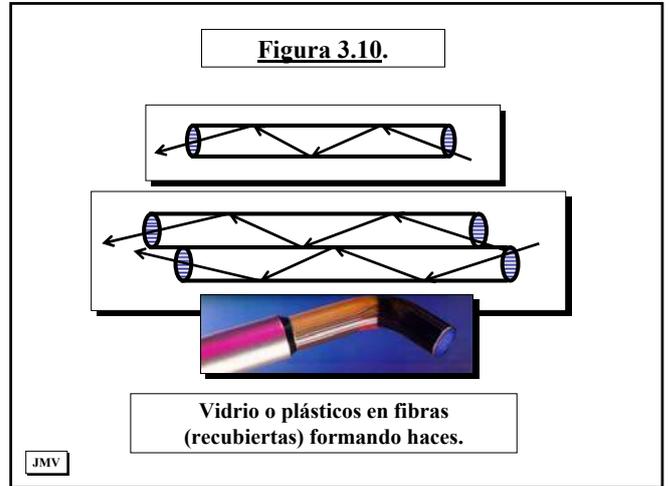
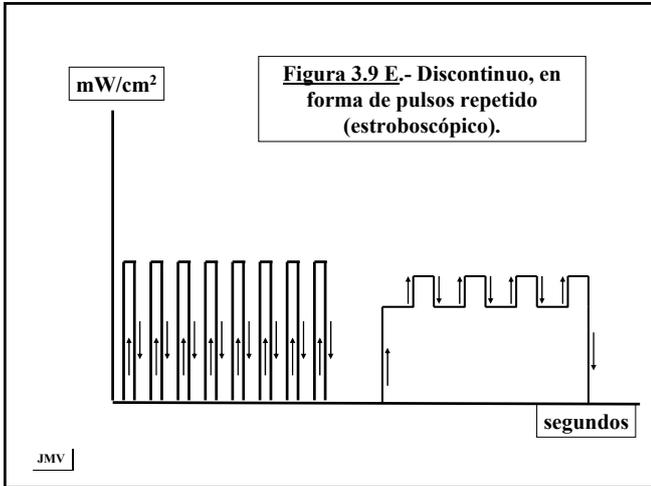
Figura 3.7.- Modelos de lámpara para fotopolimerización, donde se aprecian sistemas de recarga



Figura 3.8.- Zonas del espectro electromagnético. Véase la situación de algunos fotoiniciadores usados en las resinas compuestas odontológicas.







INSTRUMENTACIÓN 4. INSTRUMENTOS COMPLEJOS III: ULTRASONIDOS Y VIBRADORES SÓNICOS. VIBRADORES Y MEZCLADORES MECÁNICOS.

1. CONSIDERACIONES PREVIAS SOBRE LAS VIBRACIONES ULTRASÓNICAS Y SÓNICAS EN ODONTOLOGÍA

El desarrollo tecnológico constante y la incorporación de nuevas aportaciones, hacen de este campo un mundo en continua evolución e innovación. Debido a ello, la cantidad de aparatos, modificaciones, marcas, modelos y tipos es muy grande. Al principio, las unidades para ultrasonidos estaban limitadas al campo del detartraje (limpieza del sarro). Actualmente, van invadiendo muchos sectores del campo odontológico-estomatológico. La tendencia es a reunir en un único aparato ultrasónico diferentes funciones. Por ejemplo, detartraje y endodoncia. Por ello, hay incorporados interruptores, botones y selectores adecuados para cada tipo de función, frecuencia de funcionamiento, irrigación, etc. En muchos casos, el aparato suele ser independiente de otro equipamiento, apto para ser colocado en cualquier superficie rodante o fija. En otros casos, puede venir incorporado al equipo, unidad o columna.

Es conveniente conocer e informarse, previamente a su uso, de qué clase de unidad y merced a qué tipo de mecanismo de acción obedece su funcionamiento. Hay diferencias, a veces sutiles, pero de las que el profesional no debe sentirse desvinculado. A pesar de las excelentes aportaciones de las vibraciones ultrasónicas, las vibraciones sónicas, generalizadas mucho más tarde, van ocupando también un lugar importante. Estas diferencias de funcionamiento deben ser conocidas por los profesionales.

Se conocen como ultrasonidos aquellas vibraciones cuya frecuencia es superior a la que puede percibir el oído humano. El oído humano puede percibir entre 16-20 Hz y 20.000 Hz. Se consideran ultrasonidos, por lo tanto, las frecuencias a partir de 20.000 Hz (ó 20 KHz). El límite superior de los ultrasonidos puede cifrarse hacia los 10 GHz. El término ultrasonido también puede verse denominado como supersónico, hipersónico o ultraacústica. La unidad de medida de la frecuencia es el hertz o hertzio (Hz), que indica el número de vibraciones o ciclos por segundo. Un Hz es un ciclo por segundo.

En el campo biológico y médico, así como en el industrial, los ultrasonidos han alcanzado gran importancia. En medicina, se han generalizado mucho para diagnóstico por imagen, ya que no son radiaciones ionizantes y, por tanto, no tan agresivas para el medio biológico. En otros campos también se han generalizado, como por ejemplo: para limpiar superficies; para estudiar defectos en materiales; etc. El interés odontológico-estomatológico es grande, ya que hay muchos aparatos y técnicas que basan su funcionamiento en los vibradores ultrasónicos. Para entender las aplicaciones odontológicas de este tipo de aparatos, es preciso aclarar que hay dos tipos de acciones; unas, derivadas de la propia vibración (movimiento muy rápido) y, otras, derivadas de la naturaleza ondulatoria del fenómeno. Estas ondas

"elásticas" están dotadas de diversas características y propiedades que dependen de la naturaleza del medio por el que se desplazan.

Las vibraciones dentro del rango sónico (esto es, por debajo de los 20.000 Hz) también tienen aplicaciones odontológicas (ver punto 2.3.2.B).

2. VIBRACIÓN ULTRASÓNICA

2.1. EMISIÓN Y PRODUCCIÓN DE LOS ULTRASONIDOS

El fundamento último está basado en la transformación de la energía eléctrica principalmente en energía mecánica y, en menor medida, térmica. Se producen por la vibración de materiales sólidos líquidos o gaseosos; no en el vacío. La única condición es que átomos y/o moléculas estén lo suficientemente cercanas para interactuar recíprocamente. Hay, fundamentalmente, dos tipos de emisores (denominados también generadores, transductores, transformadores,...) ultrasónicos: los basados en el efecto piezoeléctrico (piezoelectricidad) y los basados en la magnetostricción.

2.1.1. Efecto piezoeléctrico o piezoelectricidad.- Desde hace tiempo se conoce que una lámina de cuarzo, tallada a partir de un cristal de cuarzo, con unas determinadas características y dimensiones, si es sometida a compresión y tracción, se polariza eléctricamente entre ambas superficies invirtiéndose, alternativamente, la polarización al cambiar la tracción-compresión. Por el contrario, si dicha lámina se somete a un campo electromagnético, generado por una corriente eléctrica alterna, modifica su forma, se contrae y se dilata a la misma frecuencia de dicho campo. Esto se acompaña de una vibración, como se representa en la **figura 4.1**.

2.1.2. Emisores magnetostrictivos.- Están basados en un fenómeno, a la vez, magnético y eléctrico, ya que un cuerpo (barra o lámina de níquel o de metales ferromagnéticos y ciertas aleaciones especiales) presenta variaciones dimensionales y vibra cuando está sometido a la acción de un campo magnético cambiante inducido por una corriente eléctrica alterna. Como se esquematiza en la **figura 4.2**, una barra de metal (o láminas de metal), está rodeada de una bobina por la que se hace pasar una corriente alterna. Ésta induce un campo magnético que se transforma en una vibración representada por las flechas del extremo de la barra metálica. En los ultrasonidos generados por magnetostricción, la producción de calor alcanza cierta importancia, por lo que para usos biológicos es necesario refrigerar siempre.

En odontología-estomatología, sea cual sea el procedimiento que se utilice, los movimientos o vibraciones producidas se transmiten, mediante un instrumento adecuado, hasta el punto o zona donde se desee su acción. En el caso de los instrumentos odontológicos: una pieza de mano para detartrajes, un terminal para una lima de endodoncia o a un medio líquido (limpiador ultrasónico en un recipiente o cuba), etc.

2.2. PROPIEDADES GENERALES DE LOS ULTRASONIDOS

Lo más característico y típico es la producción del fenómeno conocido como "cavitación". Cavitación literalmente significa formación de cavidades en la masa de los líquidos. Existe experiencia cotidiana del fenómeno al observar cuando hierve un líquido. En estos casos, las cavidades - las burbujas - están rellenas de gas. Sin embargo, otros influjos pueden producir también cierto "burbujeo" o cavitación; éste sería el caso de los ultrasonidos (ver más adelante al hablar de la cuba de ultrasonidos). Toda esta fenomenología incluye, además, la producción de movimientos de eco y de

retorno de ondas con cambios rápidos y elevados en los gradientes de presión del medio que rodea al agente que produce y/o transmite las frecuencias ultrasónicas. Por ello, los ultrasonidos son capaces de crear una situación de cierta “detersión físico-mecánica”, abrasión o “restregado” capaz de eliminar restos y detritus de materiales adheridos a instrumentos. Producen torbellinos (remolinos) en el interior de las células. Por ello, pueden destruir ciertos gérmenes y algunas células. Son capaces de producir despolimerización de polímeros de peso molecular elevado. Pueden, por lo tanto, influir en fenómenos de deterioro y de envejecimiento.

2.3. USOS Y APLICACIONES ODONTOLÓGICO-ESTOMATOLÓGICAS

Vaya por delante, y como puede deducirse del estudio de características y propiedades expuestas anteriormente, que los ultrasonidos pueden interactuar - de hecho interactúan - con los tejidos vivos, por lo que sus indicaciones y aplicaciones tienen limitaciones y restricciones. En todos los casos en los que se actúe sobre tejidos vivos conviene guardar precauciones y seguir las instrucciones de los fabricantes del instrumento o aparato.

2.3.1. Desincrustación y limpieza de instrumentos.- Tanto en la clínica como en el laboratorio, los ultrasonidos rinden particular servicio cuando se desea remover residuos adheridos a superficies de instrumentos. Así, en la clínica, para evitar el riesgo de que la persona que lave manualmente instrumentos se pinche o corte después de las intervenciones, los ultrasonidos (en forma de cuba o baño) son muy útiles para limpiar y eliminar restos orgánicos o inorgánicos depositados sobre dichos instrumentos (sangre coagulada, saliva seca, restos orgánicos o inorgánicos, materiales adheridos, etc). Por ello, los ultrasonidos ocupan un lugar muy importante en la cadena de limpieza, desinfección y esterilización del instrumental. Poseen acciones contra los agentes infecciosos y pueden potenciar la acción de ciertos agentes químicos presentes en la solución. Igualmente, en el laboratorio, son muy útiles para desprender residuos de escayola adheridos a las prótesis, restos de revestimiento después de colar, etc.

La cuba o recipiente ultrasónico trabaja merced al efecto piezoeléctrico transmitido a una masa líquida. Adosados a la base del recipiente se encuentran los transductores que contienen los cristales de cuarzo y los aditamentos responsables de la piezoelectricidad aludida más atrás. Ésta produce torbellinos y cavitación en la masa del líquido (una solución acuosa). El cristal de cuarzo, por efecto de la energía eléctrica, se contrae y se dilata. Cuando se comprime (**figura 4.3 A**), se forman burbujas en el líquido y, cuando se dilata (**figura 4.3 B**), dichas burbujas “explotan interiormente” (se dice “implotan”). Es una peculiar manera de hervir, creando importantes cambios de presión en el interior de la masa del líquido pero, obviamente, sin alcanzar la temperatura de ebullición del agua. No obstante, la presencia de algún agente que aporte algo de calor, en el presente caso, es importante, porque este efecto parece ser más intenso alrededor de los 50° C. Estos fenómenos y cambios, muy rápidos, generan intenso movimiento fino en el seno del líquido en forma de torbellinos, turbulencias y burbujeo dotado de gran energía que actúa con un efecto “detersivo” mecánico; penetrando, frotando y restregando todos los resquicios e intersticios que existen entre instrumentos y residuos de materiales o sustancias orgánicas adheridos, desprendiéndolos y desmenuzándolos. Por idénticos motivos, muchos gérmenes pueden ser destruidos. En la **figura 4.4**, se muestran unas vistas de cubas o baños ultrasónicos preparados para recibir instrumental.

2.3.2. Detartraje.-

A. Sistemas que se basan en vibraciones ultrasónicas.- Es la primera de las aplicaciones dentales y, posiblemente, la más extendida de los instrumentos ultrasónicos. Las frecuencias utilizadas suelen

variar, aproximadamente, entre los 25.000 y los 40.000 Hz (la normativa para este tipo de aparatos considera entre 18.000 y 60.000 Hz). En primer lugar, hay que pensar que la naturaleza del medio por el que se transmiten las vibraciones ultrasónicas absorbe energía que se transforma en calor. Ello tiene especial interés en medios muy absorbentes, tales como los geles y, por supuesto, en el ligamento periodontal, el complejo dentino-pulpar, etc. De aquí deriva la precaución de refrigerar, generalmente con spray de agua.

Como es bien conocido, sobre las superficies dentarias, en determinadas regiones de la cavidad bucal, y con importantes variaciones individuales entre paciente y paciente, hay tendencia a la formación de depósitos tátricos o de sarro (también denominados cálculos). Pueden localizarse supragingivalmente o subgingivalmente). Estos depósitos forman masas pétreas, firmemente adheridas, que traumatizan la encía y ofrecen un aspecto desagradable. Dichos depósitos duros son el resultado de la transformación lenta de la placa bacteriana en cálculo. El sarro (tártaro o cálculo) está formado por componentes orgánicos (carbohidratos como dextrano, levano, galactosa, metilpentosa, así como restos lipídicos y protéicos) y componentes inorgánicos (calcio y fósforo; en menor cantidad magnesio, potasio, sodio, etc.). El desprendimiento de estas masas mediante la vibración ultrasónica es espectacular y mucho menos traumático que si se hace manualmente. El procedimiento está particularmente indicado en sitios de complicado acceso, como los espacios interdentes, o, incluso, llega a aconsejarse, en algunas circunstancias (con mucha precaución) para ciertas técnicas periodontales de alisado radicular.

El aparato puede ser una unidad independiente, como una pequeña caja colocada en una superficie próxima al paciente, o formar parte de la unidad o columna. Allí están colocados los mandos reguladores de variación de intensidad, de frecuencias, paso de agua refrigerante, etc. En cualquier caso, del aparato emergen dos cables. Uno que llega a la pieza de mano. Otro cable se dirige a un pedal específico que pone en accionamiento el profesional. Suelen basarse en el principio magnetostrictivo, pero también los hay que emplean el principio piezoeléctrico.

Todos ellos tienen el inconveniente del ruido agudo (alta frecuencia) que producen, de cara a los profesionales que los manejan, ya que pueden dar problemas auditivos durante mucho tiempo de uso. Los equipos piezoeléctricos parecen menos ruidosos. Todos ellos precisan refrigerar con agua, la cual llega en todos los aparatos hasta la pieza de mano mediante conducciones internas. Para garantizar el acceso a diferentes zonas del diente, espacios interdentarios y situaciones clínicas diversas, existe una amplia variedad de terminales o puntas intercambiables con diferentes angulaciones y formas (**figura 4.5**). Es de destacar que la angulación o curvatura de la punta del instrumento puede convertir la vibración lineal en elíptica.

Entre los parámetros de funcionamiento más importantes, a los que alude la normativa europea, están: el caudal de irrigación en la punta del instrumento (suele ser regulable), la temperatura del fluido de irrigación (agua o suero entre 30° C y 40° C), la frecuencia de la excitación y la amplitud, que pueden ser fijas o regulables, según el instrumento.

Los ultrasonidos pueden interferir con el funcionamiento de ciertos tipos de marcapasos cardiacos, portados por el paciente, no protegidos o no blindados, por lo que conviene hacer las averiguaciones oportunas (anamnesis del paciente, etc.). Manejados descuidadamente pueden producir lesiones (fisuras, grietas, etc.) en el cemento radicular. Es importante el tipo de punta o terminal de trabajo seleccionado para cada situación o lado (mesial, distal, derecho, izquierdo, etc.). El agua para refrigerar también posee un importante efecto de arrastre mecánico y de lubricación, así como favorecer

la cavitación. Para terminar el caso, este proceder es conveniente complementarlo con elementos rotatorios blandos específicos (discos de gomas, siliconas, etc.).

B. Sistemas que se basan en vibraciones sónicas.- Son instrumentos basados en un principio neumático; es decir, movidos por aire comprimido. Su frecuencia está por debajo de los 20.000 Hz. Utilizan cabezas parecidas a las empleadas para un instrumento rotatorio movido por aire (micromotor de aire o turbina). Basta con cambiar la pieza de mano. Ésta lleva en su interior un anillo rotatorio, movido por el aire comprimido. El extremo y la forma del anillo están diseñados para que durante el giro se transmita a la punta activa una pequeña vibración mecánica. Dicha vibración se transmite a la zona donde se quiere realizar el detartraje, como en el caso anterior, mediante puntas adecuadas, intercambiables. Éstas desprenden los acúmulos tártricos depositados en la superficie dentaria. Hay que tener ciertas precauciones a la hora de orientar el instrumento contra el tejido dentario para evitar un golpeteo no conveniente, por ejemplo, en sentido axial, y evitar efectos no deseables sobre el tejido dentario, el complejo periodontal, etc.

2.3.3. Limpieza de manchas o pigmentaciones exógenas.- Sobre la superficie del tejido dentario, más bien sobre ciertos tipos de placa bacteriana, en determinados pacientes, pueden adherirse diferentes depósitos de variado origen, denominados coloraciones extrínsecas (tabaco, té, café, ciertos medicamentos y en algunos casos de causa poco clara), que producen aspecto estético desagradable. A veces, el paciente no puede eliminarlos por sí mismo e, incluso, al profesional puede también resultarle complicada su eliminación. Su remoción puede realizarse, en ciertas condiciones, mediante idénticos instrumentos que los utilizados en detartraje mediante vibración ultrasónica. Al igual que en el caso anterior, es conveniente complementar o finalizar la técnica con elementos rotatorios blandos (gomas, siliconas, etc.).

2.3.4. Preparación de conductos en endodoncia.- La vibración ultrasónica se viene usando ya desde hace cierto tiempo en algunas técnicas y momentos de la endodoncia. Para ello, es preciso disponer de una pieza de mano adecuada a la que es posible sujetar instrumentos específicos de endodoncia. Pueden actuar sobre la superficie de la pared dentinaria, por ejercer un suave efecto detergente mecánico, que elimina y desprende restos y residuos de la propia dentina contribuyendo a ensancharla levemente. Esto no significa que pueda realizarse una endodoncia completa por este sistema. Para detalles concretos y más específicos hay que recurrir necesariamente a bibliografía especializada (**figura 4.6. y 4.7.**).

2.3.5. Despegamiento o descementación de coronas, pernos y postes intrarradiculares, prótesis fijas, aditamentos ortodóncicos, etc.- Con cierta frecuencia se plantea la necesidad de tener que descementar o retirar de la boca alguna restauración adherida o cementada al tejido dentario, por diferentes razones. La utilización del esfuerzo manual - mediante los dedos o con un instrumento simple - ejecutando algún tipo de maniobra de palanca, o no es suficiente, o puede provocar alguna lesión como fractura de materiales, del tejido dentario, etc. La utilización de instrumentos más energéticos, como el martillo extractor o similar, puede resultar demasiado brusca, desagradable para el paciente y, lo que es peor, con riesgo de fractura del diente. En estos casos, puede estar indicada la aplicación - sobre el aditamento que se desea remover - de alguna de las puntas aplicadas a la pieza de mano del instrumento dedicado a detartraje, a la vez que se acciona el mando a intervalos cortos. La maniobra puede ser repetida en días sucesivos. El procedimiento puede ser bastante eficaz en el caso de pernos y postes intrarradiculares. Igualmente, son muy eficaces cuando se desea eliminar restos de fragmentos de cemento endurecido, después de algunas cementaciones en la clínica.

2.3.6. Desgaste de tejido duro dentario.- Hacia la década de los noventa, se pusieron a disposición del mundo dental instrumentos que combinaban la vibración ultrasónica y el efecto abrasivo de un

instrumento con una superficie diamantada (sin movimiento rotatorio). También se han incorporado estos procedimientos a la cirugía periapical. Para la preparación de la cavidad que ha de ser rellenada por vía retrógrada, después de las apicectomías, se han diseñado pequeños aditamentos accionados por ultrasonidos y diamantados por su extremo activo. Ver capítulo dedicado a abrasión y desgaste (**figura 4.7**).

3. VIBRADORES MECÁNICOS

3.1. MEZCLADORES Y VIBRADORES PARA ESCAYOLA

Después de tomar una impresión en la boca, con el material adecuado (alginato, silicona, poliéter, etc.), es necesario vaciarla, o sea, transformar este “negativo” en un “positivo”, generalmente con escayola (puede haber otras técnicas y materiales). El vaciado con escayola sigue siendo el procedimiento más generalmente extendido en todas partes. Consiste en reproducir o “positivar” exactamente el negativo mediante el depósito de escayola en estado fluido sobre la superficie de la impresión. Esta maniobra, muchas veces, es preciso realizarla de forma inmediata, esto es, en la propia clínica, según el tipo de material de impresión utilizado. En esto se deben seguir escrupulosamente las instrucciones de los fabricantes (en unos casos debe hacerse de forma inmediata, mientras que en otros puede y debe diferirse). La exactitud y fidelidad en la reproducción, independientemente de la calidad y naturaleza de los materiales, depende en gran medida de la técnica de mezclado y, más concretamente, de la presencia de burbujas y grumos. Por ello, el objetivo principal de estas maniobras es la consecución de una mezcla lo más homogénea posible y libre de porosidades o burbujas. A tal fin, hay aparatos que primero mezclan y después vibran la masa plástica para evitar dichos inconvenientes. En la práctica, hay aparatos que son simultáneamente mezcladores y vibradores y otros que son sólo vibradores. Vamos a describir ambas funciones por separado.

3.1.1. Mezcladores.- Aunque para la mezcla agua/escayola (siguiendo siempre las prescripciones precisas de cada tipo de escayola, en cuanto a proporciones, tiempo de manejo, etc.) sigue vigente el clásico sistema manual, mediante taza de goma y espátula con movimientos circulares, la lucha para conseguir la homogeneidad de la mezcla y evitar la presencia de grumos y/o burbujas continúa siendo un problema. Para facilitar estas maniobras existen **mezcladores** que, en definitiva, reproducen o imitan mecánicamente el movimiento manual. Una pala gira en el interior de un recipiente cilíndrico hueco, en el que se deposita la mezcla de escayola y agua. Dicha pala lleva hendiduras y orificios en su superficie para contribuir a la homogeneización de la mezcla. Una ventaja importante de estos aparatos es que, gracias a la presencia de una tapa que asegura hermeticidad, es posible conectar el conjunto a un sistema de aspiración y vacío, durante este batido mecánico, lo que disminuye enormemente la presencia de burbujas en la masa final. El aparato representado en la **figura 4.8**, es, simultáneamente, mezclador y vibrador.

3.1.2. Vibradores.- El vaciado manual de impresiones mediante escayola, también produce muchos quebraderos de cabeza por la aparición de poros y burbujas. Para tratar de mejorar estos aspectos, se introdujeron hace ya mucho tiempo los vibradores. Los hay de diversos tamaños y formas (**figura 4.9**) y también con varias frecuencias de vibración, regulables a voluntad. La impresión se coloca en el vibrador en funcionamiento y se van aportando pequeñas cantidades de escayola fluida en los bordes de la impresión para que descendan hasta las partes más profundas y/o posibles recovecos. Ello debe hacerse despacio, ayudando a la distribución de la mezcla mediante movimientos manuales de la cubeta apoyada en la superficie del vibrador. De esta forma, se asegura que no quede aire atrapado en zonas críticas y que todas las burbujas emerjan hacia la superficie.

3.2. VIBRADORES PARA CÁPSULAS DE AMALGAMA O AMALGAMADORES DENTALES

Recordar, previamente, que el concepto de amalgama, en general, se refiere a cualquier aleación en la que intervenga el mercurio. En odontología, se utilizan amalgamas para la obturación de las cavidades que se preparan después de remover el tejido careado de un diente. El mercurio es un metal líquido, a temperatura ambiente, que presenta un alto grado de evaporación. Los vapores emitidos son tóxicos, por lo que siempre que se utilice mercurio, en clínica odontológica, deberá manejarse en condiciones herméticas. Los vibradores o amalgamadores son instrumentos que están destinados a facilitar la mezcla del mercurio con el polvo de la aleación, mediante el auxilio de cápsulas apropiadas. Ello puede hacerse mediante dos tipos de instrumentos: aparatos amalgamadores, o vibradores propiamente dichos, y aparatos dispensadores-mezcladores (que también pueden ser, además, vibradores).

3.2.1. AMALGAMADORES DENTALES (TAMBIÉN CONOCIDOS COMO VIBRADORES PARA CÁPSULAS)

Desde los comienzos del uso de las amalgamas dentales, la mezcla mercurio-polvo metálico se hacía manualmente en un pequeño mortero con la ayuda de un pistilo. Dados los problemas comentados anteriormente, sobre el mercurio, desde hace mucho tiempo se optó por confinar la mezcla en el interior de pequeñas cápsulas específicamente preparadas.

3.2.1.1. Las cápsulas.- Es el procedimiento más adecuado y recomendado. Puede haber en el mercado muchos tipos de cápsulas (**figura 4.10**). En el interior de una cápsula, existe algún sistema que mantiene aislado el mercurio del polvo de la aleación metálica hasta el momento de la mezcla. Vamos a esquematizar dos procedimientos:

A) En la **figura 4.11A** se representa el corte de una cápsula que tiene dos compartimentos separados por un delgado tabique (ab); de esta manera, permanecen aislados el mercurio y el polvo de la aleación. Cuando llega el momento del uso, es preciso romper el tabique (ab) para “activar” la cápsula y llevarla en ese momento al vibrador o amalgamador.

B) En la **figura 4.11B** se representa el corte esquemático de otro modelo de cápsula. En él hay un compartimento único; pero el mercurio y el polvo de la aleación están separados gracias a que el mercurio está envuelto en un pequeño envoltorio o saquito, suficientemente frágil, para romperse cuando comienza la vibración en el amalgamador. (Ver también la cápsula abierta mostrada en la figura 4.10).

Las cápsulas pueden ser de muy diferentes maneras y colores. Pero todas se abren en dos partes, unas mediante roscado, otras por presión, otras por fractura, etc. Algunos modelos llevan en su interior una pequeña pieza suelta (pequeño pistilo), de diversas morfologías, para facilitar y contribuir al mejor mezclado de los componentes. Como las cantidades de amalgama a necesitar, en cada caso, pueden ser muy variables, los diferentes fabricantes ofrecen cápsulas con distinta cantidad o carga de los materiales en su interior. El procedimiento de presentar materiales para vibrar, dentro de cápsulas, aunque es muy típico para las amalgamas dentales, sin embargo, en los últimos tiempos, se ha extendido a algunas otras familias de materiales que también utilizan este sistema para ser mezclados.

3.2.1.2.- Los vibradores o amalgamadores.- Hay normas ISO que regulan las especificaciones de este tipo de aparatos. Únicamente reflejar aquí que se clasifican en dos tipos.

- Tipo I: de frecuencia fija.
- Tipo II: de frecuencia variable.

Funcionan eléctricamente, generalmente merced a algún pequeño motor que transforma el movimiento circular en movimiento de vaivén. Deben estar diseñados para que cumplan todas las normas de seguridad especificadas en las normas. Éstas incluyen, además de seguridad contra riesgos eléctricos, también seguridad mecánica. El aparato debe disponer de algún tipo de carcasa que encierre la cápsula o cualquier porción de su contenido que pueda desprenderse o romperse durante el funcionamiento. Las partes móviles no deben poseer bordes cortantes o ángulos que puedan lesionar a quien maneje las cápsulas y el aparato. Durante el manipulado (inserción y retirada de la cápsula), es importante que no haya posibilidad de que la cápsula sea dañada. También que la cápsula permanezca firmemente segura durante la vibración y que la posición de la misma sea idéntica y reproducible para todas las que se inserten (**figuras 4.12. y 4.13.**).

Hay dos parámetros a tener en cuenta: frecuencia y tiempo. Por lo que respecta a **frecuencia** del vibrado no suele haber indicaciones precisas. Es un tipo de vibración u oscilación, observable a simple vista, aunque muy rápida, constituida básicamente por un movimiento de vaivén en sentido horizontal. En algunos aparatos, este desplazamiento no es puramente rectilíneo, sino que adopta espacialmente una configuración elipsoidal, helicoidal, en “ocho”, etc. Ello persigue conseguir una mezcla lo más homogénea posible. Por lo que respecta al **tiempo** de vibración, aquí si hay diferencias sustanciales. Todos estos aparatos deben llevar un temporizador regulable a voluntad. Obedece a la muy diferente composición de las amalgamas entre las diversas marcas comerciales. Por ello, deben seguirse escrupulosamente las indicaciones de los fabricantes, bien del fabricante de la amalgama o bien del fabricante del aparato. En ambos casos, deben acompañar indicaciones para los modelos más generalizados de unas y otros. En general, los vibradores o amalgamadores suelen, actualmente, llevar inscripciones o etiquetas sobre qué marcas de cápsulas pueden utilizarse en cada modelo y los tiempos de vibración recomendados.

El tiempo de vibrado es prácticamente crítico y específico para cada marca. Por ello, deben seguirse con escrupulosidad las prescripciones de los fabricantes. Si la cápsula está poco vibrada o excesivamente vibrada, la mezcla obtenida no presentará la cohesión ni la consistencia adecuada. Gráficamente, es característico que la amalgama, bien vibrada, apretada entre pulgar e índice, se perciba como un crujido o crepitación semejante a la sensación de cuando se pisa o aprieta la nieve.

El rápido movimiento que se produce en el interior de la cápsula hace que la mezcla de amalgama, en estado plástico, salga de la cápsula, recién vibrada, con temperatura algo elevada (calor por fricción). Tal vez porque se trabaje con guantes, el fenómeno no se perciba y sea poco conocido; pero si se toma la pequeña bolita de amalgama, recién vibrada, con los dedos o con la palma de la mano, puede llegar a quemar en los primeros instantes. Este calor, no obstante, se disipa con bastante rapidez. Es un detalle, al que no se alude con frecuencia, pero que debería tenerse en cuenta en la clínica.

3.2.2. DISPENSADORES-MEZCLADORES-VIBRADORES DE MERCURIO Y ALEACIONES

TABLA 1.- Mezcladores y dispensadores de mercurio y aleaciones.	
Tipo 1	Dispensadores de aleación
Categoría 1	Polvo
Categoría 2	Comprimidos
Tipo 2	Dispensadores de mercurio
Categoría 1	Volumen fijo
Categoría 2	Volumen ajustable
Tipo 3	Dispensadores combinados de aleación/mercurio
Categoría 1	Polvo de aleación
Categoría 2	Comprimidos de aleación
Categoría 3	Volumen ajustable de aleación y/o mercurio
Tipo 4	Dispensadores/mezcladores

Aunque actualmente el sistema de cápsulas es el más recomendado, existen también normas ISO que regulan una serie de aparatos clasificados como se esquematiza en la **TABLA 1**.

De la lectura de esta tabla se desprenden varias cosas: no sólo existen en el mercado vibradores o mezcladores para cápsulas estandarizadas; hay también aparatos que pueden almacenar cantidades grandes de polvo y de mercurio, por separado, y pueden ser dosificadas a voluntad, para después ser mezclados. El mercurio siempre debe ir guardado en recipientes herméticos, con tapa. Cada vez se usan menos.

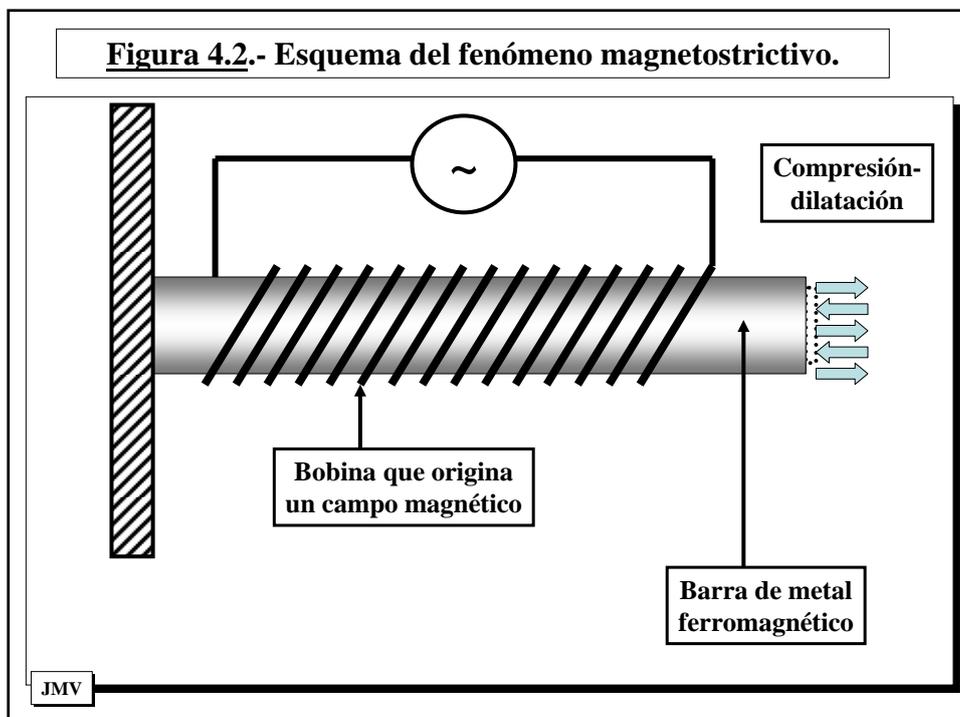
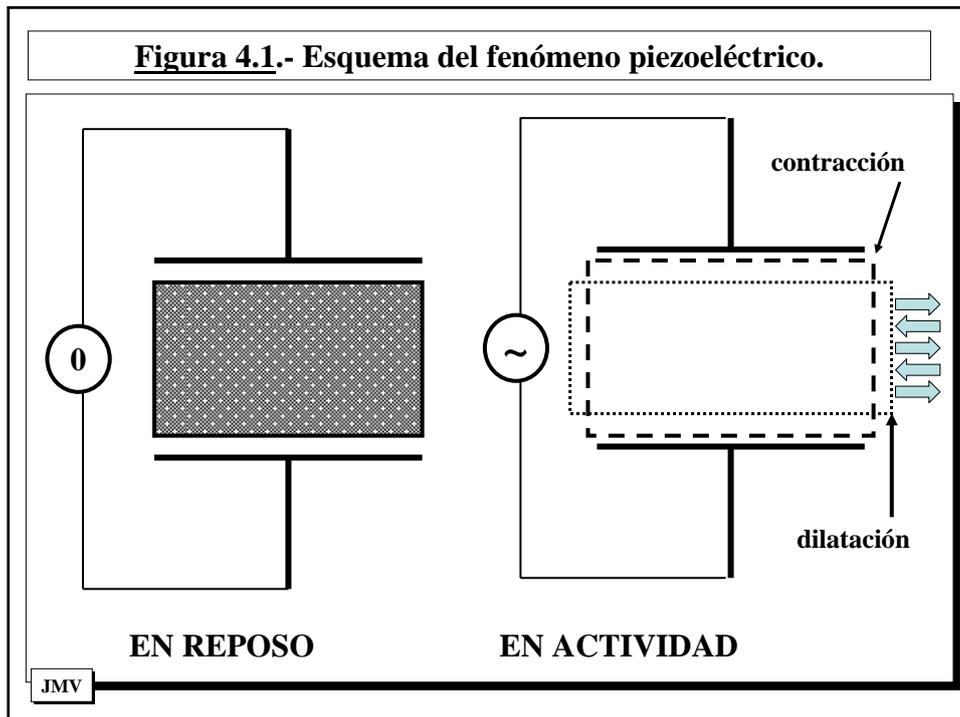
En las categorías del tipo 1, se ve que hay dosificadores para polvo y dosificadores para comprimidos. Hasta ahora, sólo habíamos hablado de polvo de aleación para amalgama. También existen comprimidos, es decir, polvo compactado. Ya se usan poco, pero la dosificación es muy exacta.

Por lo que respecta al mercurio, ya se ha visto que, en las cápsulas, la dosificación ya está hecha. En el tipo 2, hay dos categorías de aparatos dosificadores de mercurio: de volumen fijo y de volumen ajustable a voluntad. Como se mencionó más atrás, el mercurio debe ir confinado, en el interior del aparato, en recipiente hermético.

En la práctica, los aparatos que resultan más cómodos son los que pueden reunir todas las funciones a la vez, esto es, dosifican, mezclan y vibran. Una vez realizada la dosificación de cada componente, éstos se depositan en un pequeño recipiente o cápsula reutilizable cada vez, donde se procede al vibrado o mezclado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bascones A.; Manso J.: Infecciones Orofaciales: Diagnóstico y tratamiento. Ediciones Avances Médico Dentales 1994. Madrid.
- Bouchier G.: Abrégé de biophysique odontologique. (1982) Masson. Paris.
- Boveda C., Pérez E.: Ultrasonidos en cirugía endodóntica. Endodoncia. 1996. 4:157-164.
- Colls J.: La terapia Laser, hoy. (1984) Ed. Centro Documentación Laser de Meditec S.A. Barcelona.
- CRA Newsletter. Raspado ultrasónico 2003. Guía de consumo de productos y técnicas dentales para el clínico. 17 (12) diciembre 2003.
- Diccionario de Ciencias: diccionarios Oxford-Complutense (2000) Editorial Complutense S.A.. Madrid.
- Diccionario de Física: diccionarios Oxford-Complutense (2000) Editorial Complutense S.A. Madrid.
- Diccionario de Términos Científicos y Técnicos. McGrau-Hill-Boixareu. (1981). Marcombo Boixareu Editores Barcelona.
- Fabra H.: Los ultrasonidos como sustitutos de los instrumentos rotatorios en cirugía periapical y en la localización de conductos. Endodoncia 1995: 13, 4:191-199.
- García J.A., Sanz M., Aranda J.J., Herrero A.: Remoción del cálculo subgingival con laser Er-Yag versus Ultrasonidos. Estudio in vitro con MEB. Avances en Odontoestomatología (2001), 17, 6: 273-85.
- Lhuisset F.: Ultrasons. Editions Techniques, Encycl. Med. Chir. (Paris.France) Stomatologie-Odontologie I, 22-020-D-10, 1995, 3p.
- Lozano de Luaces V.: Materiales para la limpieza, desinfección y esterilización en odontología. En: Toledano M y cols. Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Capítulo 31 (503-526). 2003 Ediciones Avances, Madrid.
- Lucchesi D.: Ensayos Tecnológicos. (1973). Editorial Labor S.A. Barcelona.
- Pacheco M.C., Kessler F., Orts M.T., Ruiz de Temiño P.: Ultrasonidos en endodoncia: mecanismo de acción. Rev. Esp. Endod. 1989. 7:7-12
- Porta J.: Asepsia en Odontología. Colegio de Odontólogos y Estomatólogos de Cataluña. 1994. Barcelona.
- UNE-EN ISO 7488:1991 Amalgamadores dentales. AENOR 1996.
- UNE-EN ISO 8282:1994 Mezcladores y dispensadores de mercurio y aleaciones. AENOR 1997.
- UNE-EN 61205 Ultrasonidos. Sistemas limpiadores del sarro dental. Medida y declaración de las características de salida. AENOR 1996.



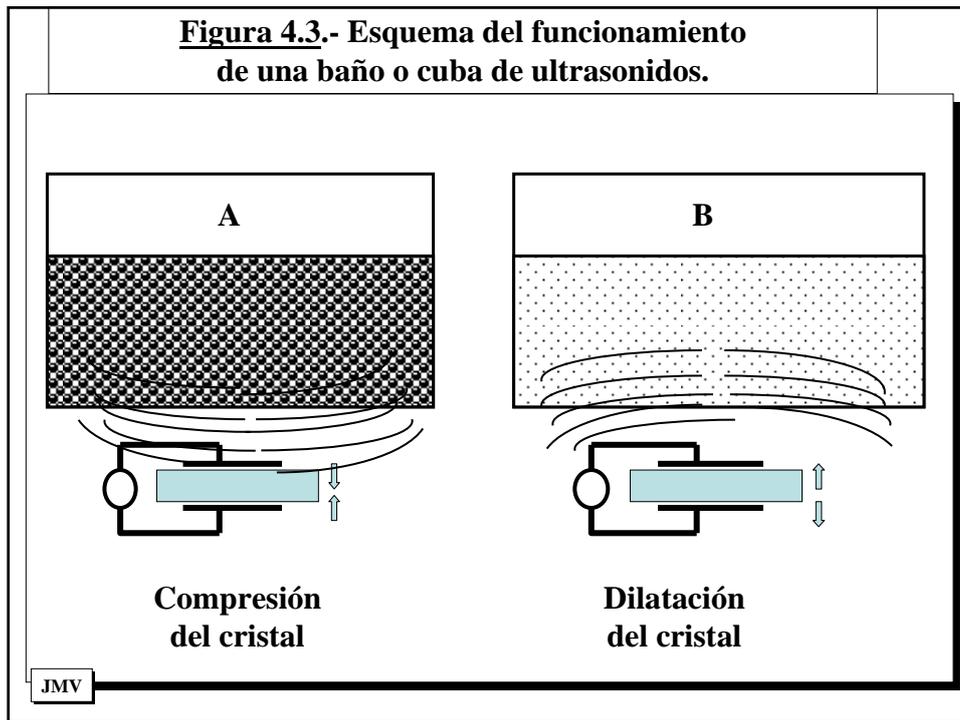
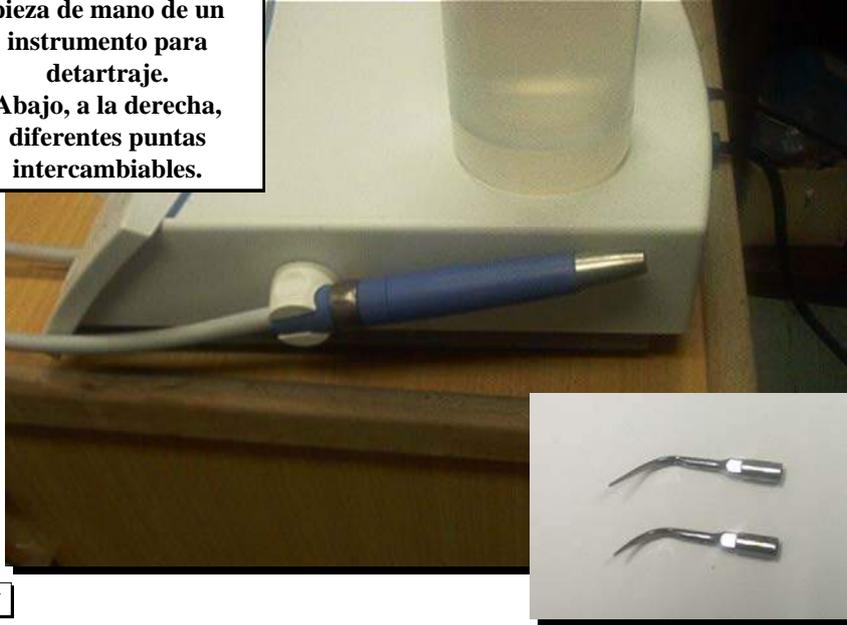
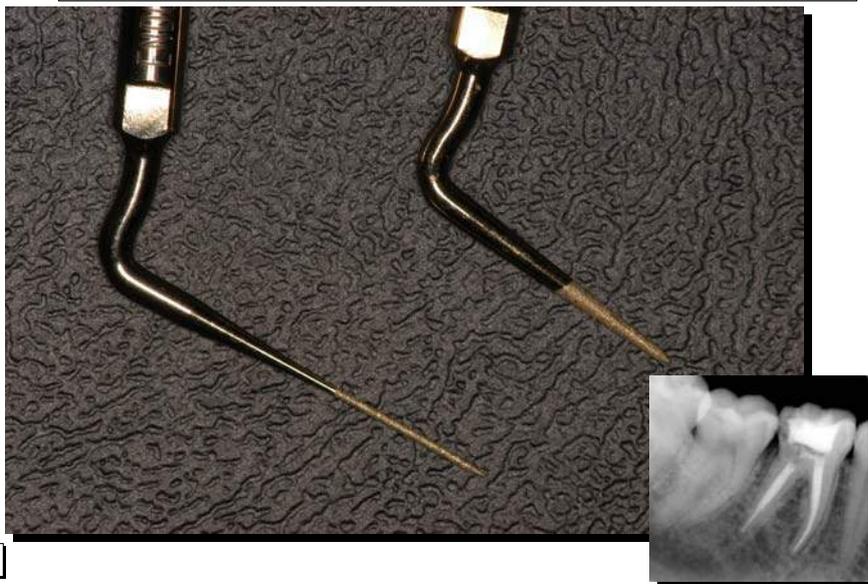


Figura 4.5.- Vista de la pieza de mano de un instrumento para detartraje. Abajo, a la derecha, diferentes puntas intercambiables.



JMV

Figura 4.6.- Detalle de instrumentos vibratorios utilizados en algunas técnica de endodoncia.



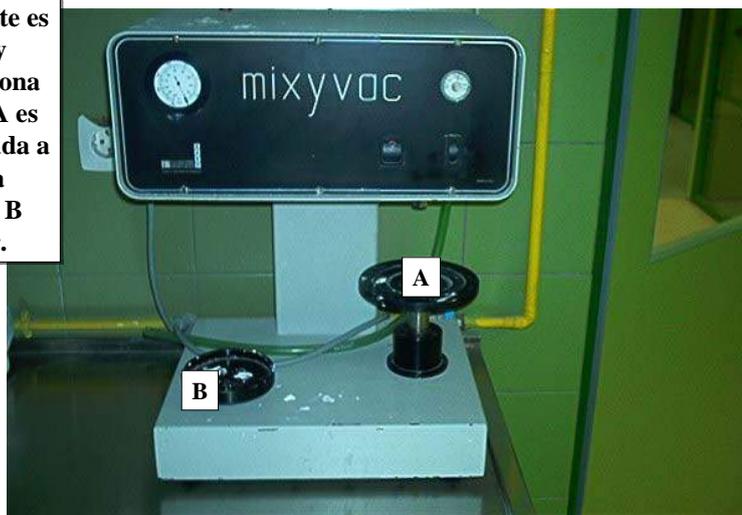
JMV

Figura 4.7.- Detalle de dos instrumentos diamantados en su parte activa pero accionados por vibración ultrasónica. Indicados en cirugía apical (preparación de cavidades para obturación retrógrada).



JMV

Figura 4.8.- Un ejemplo de aparato que simultáneamente es mezclador y vibrador. La zona señalada con A es la parte destinada a mezclar. La señalada con B para vibrar.



JMV

Figura 4.9.- Vibrador para vaciar impresiones de escayola.

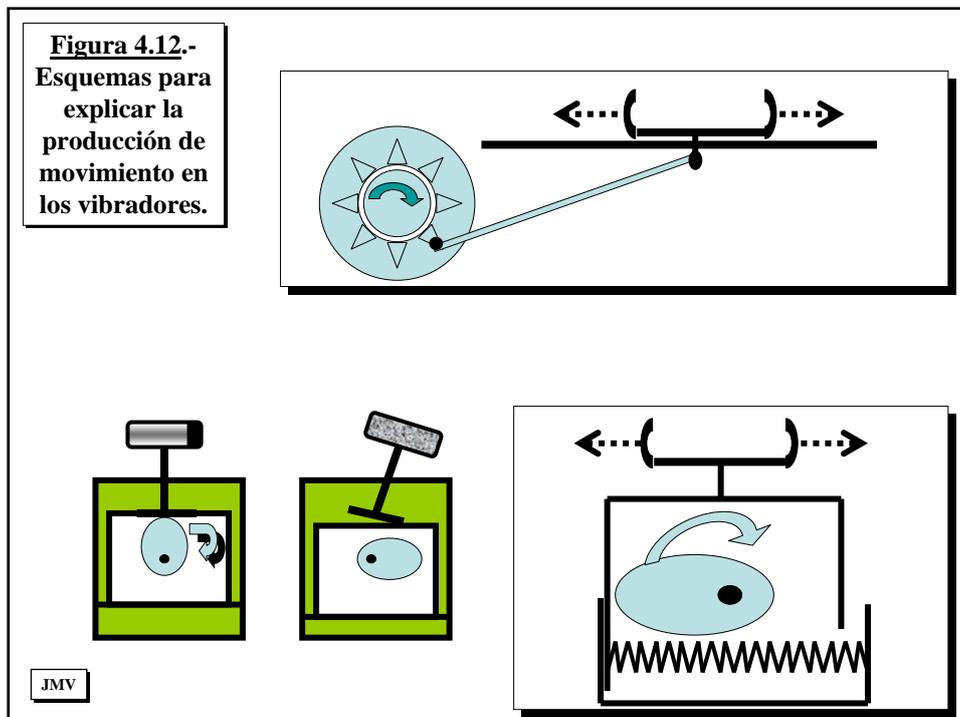
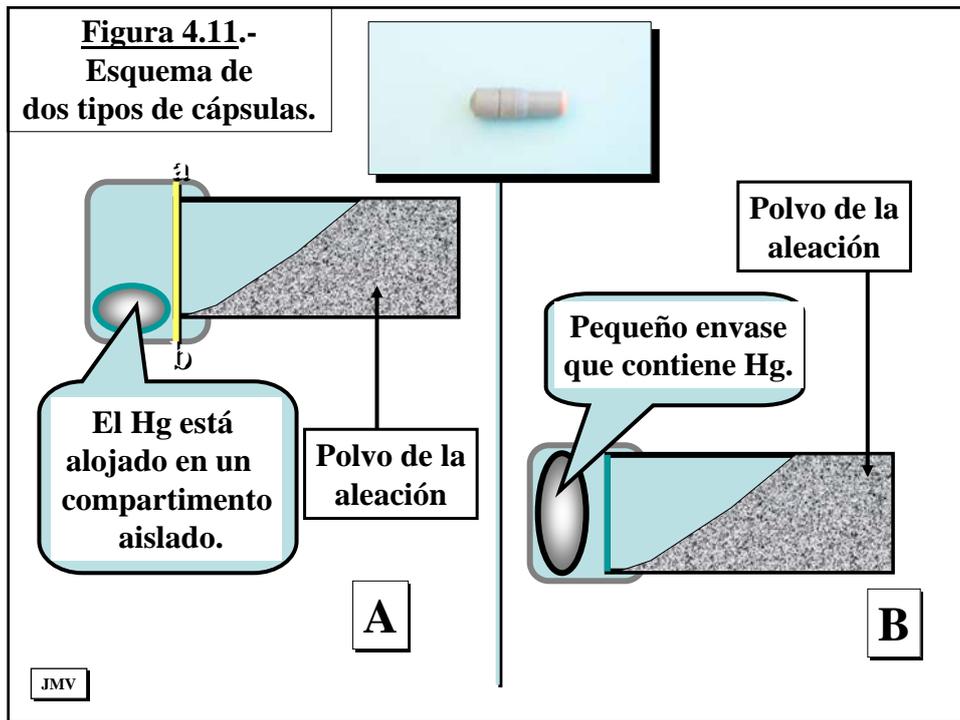


JMV

Figura 4.10.- Diferentes modelos de cápsulas que contienen polvo de aleación para amalgama dental y mercurio.



JMV





INSTRUMENTACIÓN 5. INSTRUMENTOS COMPLEJOS IV: BISTURÍ ELÉCTRICO. PULPOVITALÓMETRO. LOCALIZADORES DE ÁPICE. RADIACIÓN LÁSER.

1. BISTURÍ ELÉCTRICO

El bisturí eléctrico es un instrumento que se utiliza en el campo médico-quirúrgico desde la tercera década del siglo XX. Hablar de bisturí eléctrico, para el no iniciado, sugiere asociar el término con gran cirugía. Sin embargo, en el campo odontológico-bucal, hay muchas pequeñas intervenciones que pueden realizarse de forma delicada y precisa gracias al bisturí eléctrico.

Una corriente eléctrica alterna, de alta frecuencia, debidamente rectificadas y conducida hasta un electrodo de morfología y dimensiones adecuadas, produce una temperatura muy alta. Mediante este mecanismo es posible cortar tejidos orgánicos blandos, a la vez que se va produciendo coagulación o hemostasia. Esto significa campo libre de sangre lo que, además de comodidad, aporta seguridad en los casos en que se maneja patología infecciosa y tumoral; aunque sea aparentemente pequeña o incipiente. También hay otras funciones tales como fulguración y desecación, que permiten tratar diferentes tipos de lesiones.

Hay que señalar la necesidad de seguir siempre, escrupulosamente, las instrucciones de la compañía fabricante. Existen varios tipos o modelos, por lo que el manejo de los electrodos es delicado y difiere de unos sistemas a otros. En general, un electrodo, el “activo”, es el que maneja el profesional; pero hay que colocar otro (de muy diferente morfología) sobre algún punto de la piel del paciente para hacer “masa”. Si no se observan las medidas de precaución, hay riesgo de accidente grave o claramente de electrocución (**figura 5.1.**). Existen muchas formas de electrodos activos. Se puede resumir, que los electrodos en forma de alambres finos, son los que se utilizan generalmente, en cirugía bucal, para corte o sección. Pueden ser rectos y cortos o en forma de asas o lazos. Los electrodos macizos en forma de bolas o varillas gruesas se emplean, más bien, para coagulación (zonas sangrantes, etc.). Esto es orientativo; no hay nada absoluto o rígido en este terreno (**figura 5.2**). Otras funciones del bisturí eléctrico pueden ser fulguración y desecación, destinadas al tratamiento de ciertas lesiones de tejidos blandos (cutáneo-mucosas, etc.).

Las ventajas del bisturí eléctrico son múltiples. Exactitud y rapidez en el corte, que puede efectuarse con muy poca presión manual. La hemostasia se va produciendo a la vez que se ejecuta el corte. Incisión estéril y se evita el paso de gérmenes o de células neoplásicas al torrente circulatorio. Sin embargo, no está exento de desventajas e inconvenientes. Se produce olor desagradable. Hay que evitar el contacto accidental con tejidos vecinos no deseados o con

restauraciones metálicas próximas. En este último caso hay riesgo de producir daño del complejo dentino-pulpar, o quemaduras, ya que los metales son buenos conductores de calor y electricidad. Hay riesgo de explosión en presencia de gases inflamables. No deben utilizarse en personas portadoras de marcapasos cardíacos. Atención siempre a la colocación y manejo de electrodos.

2. PULPOVITALÓMETRO (O VITALÓMETRO)

Hay muchas situaciones clínicas en que no es posible, por una radiografía o por lo que refiere el paciente, conocer si un diente, con un gran proceso destructivo, o con antecedentes traumáticos o inflamatorios, si está vital o no. De ello va a depender la actitud terapéutica que se adopte (obturación, endodoncia, exodoncia,...). El pulpovitalómetro o, simplemente vitalómetro (mal llamado en ocasiones pulpómetro, ya que no mide “longitudes de la pulpa”), es un instrumento que explora la sensibilidad y el estado vital del complejo dentino-pulpar. Es un aparato capaz de generar y transmitir, hasta su parte activa, impulsos eléctricos débiles, de intensidad regulable a voluntad. Su utilización es sencilla, basta con acercarse al diente a explorar (generalmente a la zona cervical) el electrodo o extremo activo del instrumento y aplicar brevemente un impulso eléctrico pequeño. Debe comenzarse por las intensidades más bajas y, si es necesario, porque no se obtiene respuesta, aumentarlas paulatinamente. Puede repetirse las veces necesarias. Se va solicitando simultáneamente información al paciente sobre las percepciones habidas. Los hay de pilas o conectados al equipo. Trabajan con intensidades y voltajes relativamente bajos (figura 5.3.).

3. OTROS PROCEDIMIENTOS PARA COMPROBAR LA VITALIDAD PULPAR

Hay sistemas sencillos para intentar diagnosticar la vitalidad de un diente, sin recurrir al pulpovitalómetro. No se va a entrar aquí en consideraciones sobre la fisiopatología del complejo dentino-pulpar. Únicamente recordar que es una parte muy sensible del organismo humano y que puede responder de forma diferente a estímulos térmicos. Tanto frío como calor pueden aplicarse sobre dientes aislados, con la única precaución de tener seguridad de que el estímulo se aplica sobre “un solo diente”. La pistola o jeringa de aire y agua, del equipo, pueden valer, pero a veces inducen falsos positivos si, inadvertidamente, el agua o el aire invaden dientes vecinos. Para evitar este inconveniente existen otros procedimientos más finos. Para las pruebas **con frío** puede recurrirse a pequeñas barritas y conos de hielo, que se pueden preparar en el congelador doméstico, o pequeños tubos congelados, parecidos a los de anestesia local, y cuya aplicación se hace directamente sobre el diente. También existen comercializadas soluciones que proyectan un spray muy frío, para aplicar con una pequeña torunda de algodón. Para las pruebas **con calor** pueden utilizarse pequeñas bolas, tiras o conos de cualquiera de los muchos materiales termoplásticos que se manejan en odontología (gutapercha, cera, godiva, etc.).

4. LOCALIZADORES DE ÁPICE

Se conoce por ápice el extremo o punta de una raíz. En general, se tiende a pensar que ápice y orificio o “foramen” apical están en el mismo sitio. Pero ello no es así. En otras palabras, el ápice anatómico, es decir, la punta o extremo visible de la raíz del diente, y el orificio por donde pasa el paquete vásculo-nervioso que irriga e inerva el complejo dentino-pulpar no coinciden (**figuras 5.4. y 5.5.**). Ello tiene mucha importancia en endodoncia, porque

lo que se persigue es obturar y sellar el conducto radicular, completamente, con un material de relleno adecuado. No debe quedar corto, pero tampoco debe sobrepasar cierta constricción o límite que existe, a nivel apical, entre cemento y dentina. Detalles específicos y concretos sobre técnicas, por lo demás muy cambiantes y sujetas a tendencias y escuelas, deben buscarse en bibliografía especializada (**figura 5.6.**).

A veces, la localización o discriminación del ápice y del foramen apical es muy difícil. Incluso contando con medios radiológicos finos y amplia experiencia, el tema puede ser realmente complejo (ver **figura 5.5.**). Contribuyen a ello muchos factores, generalmente asociados a una gran variabilidad anatómica entre unas personas y otras o entre unos grupos dentales y otros o en curvaturas caprichosas de raíces, bifurcaciones, etc. (**figura 5.7.**). El propósito aquí únicamente perseguido es el de esbozar el funcionamiento de unos instrumentos muy útiles, en manos experimentadas, llamados localizadores de ápice o, más exactamente, localizadores electrónicos del ápice. Están basados en la resistencia al paso de una pequeña corriente eléctrica por los tejidos biológicos. En realidad, es algo impropio denominarlos localizadores de ápice, ya que pueden detectar también otras cosas, como la constricción en el interior del conducto cerca del foramen apical, etc. (**figuras 5.6 y 5.8.**) Una lima, conectada a uno de los electrodos, se introduce gradualmente en el interior del conducto radicular. El otro electrodo se coloca en contacto con la piel del paciente (p. ej.: el labio). El aparato señala y avisa cuando la punta de la lima se encuentra cerca, lejos o en el estrechamiento, fuera del conducto, etc. Existe un gran número de marcas y modelos (**figura 5.9.**).

5. RADIACIÓN LÁSER

La palabra láser es un acrónimo de la frase **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation. Se trata de una serie de aportaciones tecnológicas surgidas de la investigación de la década de los sesenta del siglo XX. Su traducción significa **AMPLIFICACIÓN DE LA LUZ POR EMISIÓN ESTIMULADA DE RADIACIONES**. Hay muchas variedades y aplicaciones de esta radiación o luz en muchos terrenos (industriales, telecomunicaciones, medico-quirúrgicos, ocio, etc.) con muy sustanciales diferencias en su forma de producción y características (intensidades y potencias, longitudes de onda, duración, forma de aplicación, etc.) (**figura 5.10.**).

La luz blanca, como manifestación visible del espectro electromagnético, está producida por la mezcla de todos los colores del espectro comprendido entre los 380 nm (zona del violeta) y 780 nm (zona del rojo). Es, por lo tanto, un haz policromático, “multicomponente” y no coherente. Sin embargo, un haz láser es una radiación monocromática y coherente en las zonas infrarroja, visible o ultravioleta del espectro visible.

5.1. PRODUCCIÓN DE LA RADIACIÓN LÁSER

Vamos a intentar ofrecer una explicación sencilla de estos fenómenos, adaptada al mundo odontológico-estomatológico. Si se desea más información hay que recurrir a bibliografía especializada. Hay muchas variedades. Ello es debido a que hay una gran diversidad de materiales y formas de producir estas radiaciones. La gran oferta tiene como contrapartida una vasta y dispersa investigación y una lenta adquisición de aplicaciones y realidades al mundo dento-bucal.

Previamente es preciso recordar que los electrones, en la corteza de los átomos, se mueven dentro de orbitales y suborbitales con diferentes niveles de energía. El paso de un electrón a otro nivel, más alejado del núcleo, supone su excitación. Ello se produce mediante el bombeo de un medio activo (que es el que da nombre al láser) por diferentes procedimientos. La vuelta de los electrones excitados a su estado inicial se acompaña de la liberación de una cierta cantidad de energía en forma de fotones. Esta energía puede “resonar” y ser amplificada en un sistema de dos espejos (uno totalmente reflectante y otro parcialmente reflectante) y ser dirigida en forma de un haz coherente, homogéneo y unidireccional. En resumen, un sistema láser está compuesto por las siguientes partes (**figuras 5.10, 5.11 y 5.12.**):

- **Un medio activo**, constituido por átomos, moléculas, iones, semiconductores, etc. de un material en estado gaseoso, sólido, semiconductor, etc. Los átomos de este medio activo son excitados. Entre los gases están He-Ne, argón, CO₂, N₂, etc. Entre los sólidos Nd:Yag; Ho:Yag; Er:Yag; Rubí, etc. La partícula YAG corresponde a las iniciales de Ytrio-Aluminio-Granate. En algún otro sistema pueden verse las iniciales YSGG, que se corresponden con Ytrio-Scandio-Galio-Granate (Garnet). Entre los semiconductores, arseniuro de galio, etc. La relación podría alargarse, pero ello solamente aportaría farragosidad al presente texto. Únicamente aclarar un concepto poco extendido como es el de excímero. Se da este nombre a aquellas combinaciones de dos elementos que solamente se presentan en estado excitado, tales como XeCl*; AsF*; etc. (el asterisco indica precisamente el estado excitado de los átomos). Como se ve, la lista puede ser casi ilimitada.
- **Una fuente de energía** que bombea el estímulo necesario para la excitación de los átomos. Se dice energía bombeada y puede ser eléctrica, electromagnética, química, otro láser, lumínica, etc.
- **Un sistema de dos espejos**, de los cuales uno es totalmente reflectante (100% de reflexión). El otro es parcialmente reflectante, de muy diferentes porcentajes de reflexión, según el sistema utilizado, es decir, deja pasar parcialmente la luz. Los haces de fotones que llegan al primer espejo se reflejan totalmente y son lanzados contra el segundo. En éste, una parte se vuelve a reflejar contra el primero, con lo que el fenómeno se retroalimenta, mientras que la otra parte se transmite al exterior (semipermeable) en forma de un haz coherente, monocromático y unidireccional. Éstas son las genuinas características de la radiación láser (**fig. 5.12.**).
- **Un sistema conductor** de la radiación, constituido generalmente por una fibra óptica o tubos conductores especiales. Son muy delicados y de manejo cuidadoso. Su utilización debe hacerse siguiendo instrucciones concretas de las compañías suministradoras. En algunos casos, está indicado el uso de un fino chorro de agua (ver técnica hidroquinética).

5.2. CLASIFICACIÓN DE LOS LÁSER DESDE UN PUNTO DE VISTA MÉDICO-QUIRÚRGICO y ODONTOLÓGICO

Es prácticamente infinita la variedad de fuentes y parámetros que pueden intervenir en la producción y dosificación de la radiación láser. No basta con observar la cantidad de elementos o mezclas de los mismos que pueden intervenir en la constitución de los medios

activos y la fuente excitadora (bombeante). Los tipos de radiación producida son muy variables. A los fines aquí perseguidos hay que distinguir, a grandes rasgos, dos tipos de láser:

A) De **baja potencia**, “no destructivos” (sin capacidad de generar calor suficiente para “quemar”), que actúan dentro del espectro electromagnético visible en las zonas del rojo, desarrollando sus acciones terapéuticas por acción suave sobre los tejidos, de los que se derivan discretas acciones analgésicas, bioestimulantes, etc.

B) De **alta potencia**, claramente en la zona infrarroja (calorífica), que son capaces de cortar, coagular... superficialmente, con aplicaciones fundamentalmente quirúrgicas. Para dar idea de la energía que pueden desarrollar ciertos láser de alta potencia puede indicarse, a título de ejemplo, que en la industria se pueden utilizar para cortar elementos muy resistentes (chapas metálicas, soldaduras, etc.).

5.2.1. LÁSER DE BAJA POTENCIA

Los blandos o de baja potencia (“soft laser”) están dotados de poca energía y poseen un cierto poder “bioestimulante” celular y tisular, así como levemente analgésico; su representante genuino es el láser de helio-neón. Una aplicación muy difundida del láser de baja potencia, de color rojizo, es como puntero o señalador en técnicas audiovisuales. Análogamente, hay aparatos más sofisticados, de elevada potencia en que, para evitar riesgos, la dirección y focalización del haz principal (de alta energía, que puede no resultar visible), se hace merced a la ayuda de un pequeño punto luminoso consistente en un láser de baja potencia. A pesar de su baja potencia pueden producir lesiones oftalmológicas (retina), por lo que deben manejarse con medidas de protección. Hemos visto, en los últimos tiempos, cómo ha disminuido la venta incontrolada de pequeñas unidades de bolsillo para juegos de niños, en mercadillos, etc. Es necesario un control adecuado por parte de las autoridades sanitarias.

5.2.2. LÁSER DE ALTA POTENCIA

Los duros o de alta potencia (“power laser”) son los auténticamente quirúrgicos. Al interactuar con los tejidos vivos se producen los siguientes fenómenos: absorción, refracción, reflexión y dispersión. En clínica interesa la máxima absorción acompañada de mínima dispersión, mínima refracción, mínima reflexión y todo ello acompañado de POCA PENETRACIÓN. Puede resultar algo sorprendente toda esta complejidad. Los láser duros interactúan con el agua, por lo que, aunque se absorben, suelen penetrar muy poco en los tejidos (unos pocos micrones). Tienen efectos térmicos y fotoquímicos, cuyas acciones pueden resumirse en: deshidratación, coagulación, carbonización y vaporización. Clínicamente, ello se traduce en corte preciso de tejidos blandos a la vez que hemostasia.

El representante más primario, en cirugía, es el de CO₂. Otros son de argón, de erbio-YAG, de neodimio-YAG, holmio-YAG, etc. Tienen gran energía calorífica, por lo que su manejo ha de ser cuidadoso. Inadvertidamente pueden dañarse tejidos vecinos no deseados, por eso, deben adoptarse las medidas de protección adecuadas. No pueden tocar o incidir sobre metales (recuérdese facilidad de conducción del calor). Análogamente, hay que tomar precauciones para el personal que los maneja y sus ayudantes (atención a ojos, piel, etc.) y seguir indicaciones del fabricante. Se puede actuar con ellos sobre tejidos blandos o sobre tejidos duros (hueso, diente, etc.).

Toda la amplia serie de láser para usos en odontología puede quedar reflejada en dos hitos importantes. Uno, en 1989, cuando la FDA permite el láser pulsado Nd:YAG para cirugía bucal de tejidos blandos. Otro, cuando la misma FDA, en 1997, da el visto bueno al láser Er:YAG en odontología conservadora para remover tejidos careados en dientes y preparar cavidades, grabar esmalte y otras actuaciones sobre tejido dentario. En todos los casos se puede aportar menos dolor y molestias para el paciente, menos dosis de anestésicos y la ausencia del típico ruido de los instrumentos rotatorios, que tanto “sensibiliza” a muchos pacientes.

Una tecnología que se ha abierto camino en los últimos tiempos es la denominada energía hidroquinética (o hidrokinética). Un sistema que la utiliza es el láser **YSGG**: ytrio, scandio, galio, garnet (garnet o granate). Se basa en proyectar junto al rayo láser un fino spray de agua. La energía de la radiación es absorbida por las pequeñas gotitas de agua, las cuales erosionan y eliminan los tejidos suavemente a medida que van incidiendo sobre ellos (**figura 5.13**).

5.3. INDICACIONES, USOS Y APLICACIONES ODONTO-ESTOMATOLÓGICAS

CIRUGÍA.- Los láser de alta potencia tienen importantes aplicaciones quirúrgicas, tanto sobre tejidos blandos como sobre hueso.

A) Sobre tejidos blandos.- La simple incisión, análogamente al bisturí eléctrico, produce simultáneamente hemostasia y coagulación. Se utiliza en cirugía de tejidos blandos tales como gingivectomías, resecciones de pequeñas tumoraciones, tejidos vascularizados (pequeños angiomas), cirugía preprotésica, cirugía periodontal, etc. En el campo quirúrgico, este efecto calorífico puede regularse para obtener desde carbonización hasta vaporización de los tejidos vivos. El rayo puede focalizarse (concentrarse puntual o linealmente) o desfocalizarse (vaporización). Puede actuar en forma continua o en forma pulsátil (varios estímulos por segundo). La forma pulsátil es una forma de luchar contra el incremento de temperatura. La respuesta también está en función del tejido o lesión a tratar. A pesar de su potencia, en general, son poco penetrantes (son absorbidos por el agua), pero esterilizan y coagulan los bordes de la herida que va produciendo. El postoperatorio suele ser poco conflictivo. Un inconveniente importante es que puede actuar sobre tejidos adyacentes o zonas muy próximas que no interesen; por ello, hay que aislar o proteger tejidos vecinos (mediante apósitos humedecidos, gasas, algodones, etc.). Uno de los primeros láser quirúrgicos utilizados fue el de CO₂. No obstante, van generalizándose muchos tipos, como ya se ha apuntado. El profesional debe utilizar gafas protectoras (incluso el paciente). La técnica de manejo requiere aprendizaje, ya que no hay que ejecutar presión sobre el tejido. Se trabaja colocando el extremo de la fibra óptica muy próximo a la zona a intervenir. Su precio es alto.

B) Sobre hueso.- Por lo que respecta a tejidos duros, pueden hacerse osteotomías, resecciones de torus mandibulares, remodelaciones óseas, ciertos casos de cirugía preprotésica, etc. El despegamiento del tejido mucoperióstico que recubre el hueso también puede hacerse con el láser.

TEJIDO DENTARIO.-

A) Remoción de tejido dentario en técnicas de preparación de cavidades.- Se han recomendado diferentes tipos de láser duros para remover tejido dentario careado. Incluso

también se han recomendado para grabar tejido dentario (tanto esmalte como dentina) en técnicas de odontología adhesiva. Los promotores de estas técnicas hacen énfasis en que algunas de estas intervenciones pueden realizarse sin anestesia o con menos cantidades de anestésicos locales. En este terreno, aunque hay realidades concretas, todavía queda camino por recorrer. Ya se han señalado algunas particularidades más atrás. Insistir ahora en dos aspectos muy diversos. Uno, la aceptable predisposición de los pacientes por la ausencia del típico ruido de los instrumentos rotatorios; otro, el alto coste de la aparatología.

B) Blanqueamiento dentario.- La coloración y el aspecto de un diente, como se recordará, es un tema bastante complicado, ya que entre distintas porciones de cada diente puede haber diferencias apreciables. Unas coloraciones son extrínsecas y otras intrínsecas. Con las técnicas de blanqueamiento se actúa globalmente. El láser parece tener un efecto estimulador o potenciador de la acción de algunos de los agentes químicos (peróxidos, etc.) que se utilizan como agentes blanqueadores.

C) Uso en endodoncia.- Se basa en la posibilidad de esterilizar el interior del conducto una vez instrumentado. No significa que puedan hacerse endodoncias por este procedimiento.

PARA MANEJO DE MATERIALES.-

A) Fotopolimerización de resinas compuestas.- Hay algunas lámparas de fotopolimerización que utilizan el láser como fuente emisora de radiación fotopolimerizante. Por ejemplo, láser de argón, que emite radiación en la longitud de onda de 476 nm.

B) Soldadura.- Para unir metales, la tecnología láser presenta sustanciales ventajas. Puede utilizarse como soldadura autógena y para técnicas de aporte. La temperatura generada es alta, pero puede hacer que se difunda poco a su alrededor, en ciertas condiciones, para trabajar cerca de elementos metálicos que contengan polímeros o cerámicos. Es idónea para reparaciones de fracturas metálicas difíciles de solucionar con otras técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

Barrancos J., Jiménez J.A. y Rodríguez G.A.: Instrumental. Capítulo 4 en: Barrancos J. Operatoria Dental. Tercera edición. Editorial Médica Panamericana S.A. Buenos Aires, 1999.

Bouchier G.: Abrégé de biophysique odontologique. 1982 Masson. Paris.

Cevallos L.: El laser en odontología. Capítulo 32 en: Arte y ciencia de los materiales odontológicos. Ediciones Avances Médico Dentales S.L. 2003. Madrid.

Diccionario de Ciencias: Diccionarios Oxford-Complutense. Editorial Complutense S.A. 2000. Madrid.

Diccionario de Física: Diccionarios Oxford-Complutense. Editorial Complutense S.A. 2000. Madrid.

Diccionario de términos científicos y técnicos. McGraw-Hill-Boixareu. Marcombo Boixareu Editores.1981. Barcelona.

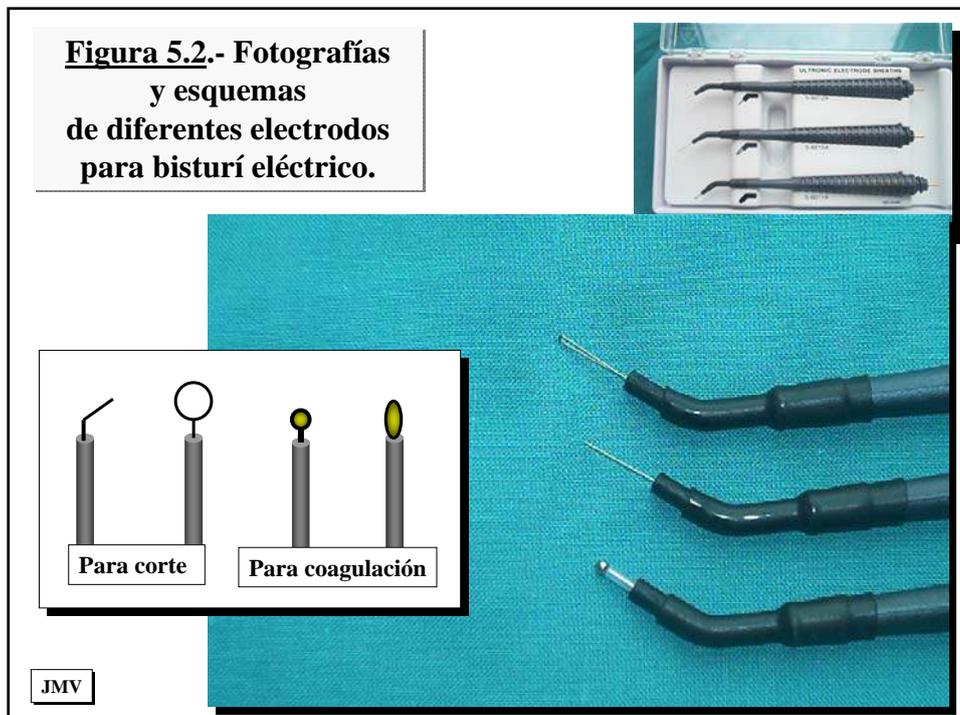
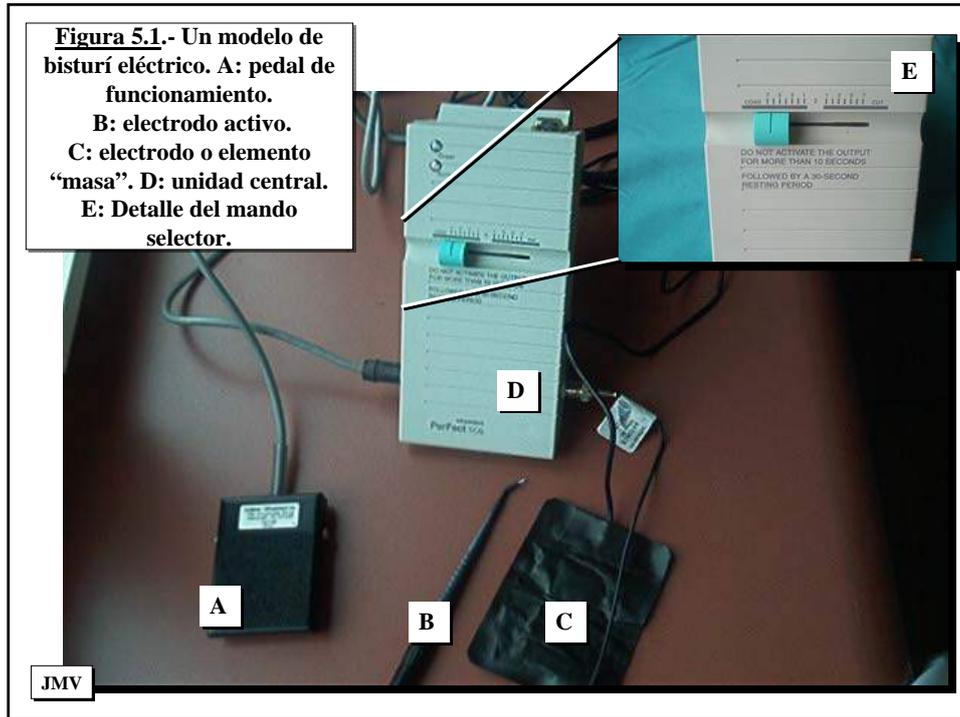
Glenn v As.: Erbium Lasers in dentistry. The Dental Clinics of North America. 45, 2004 1017-59.

Gutierrez R.A.: Láseres en operatoria dental. Capítulo 11 en: Barrancos J.: Operatoria dental. Integración clínica. Pp169-190. 4ª Edición. 2006. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

Harris H.S.: Electrocirugía en la práctica dental. Ed. Mundi. 1979. Buenos Aires.

Laser. Wikipedia, la enciclopedia libre. Internet. Diciembre 2007.

Vega J.M.: Equipamiento, instrumental y materiales en cirugía bucal. Capítulo 7 en: Donado M.: Cirugía bucal: patología y técnica. Ed. Masson S.A. 2ª edición 1998, Barcelona.



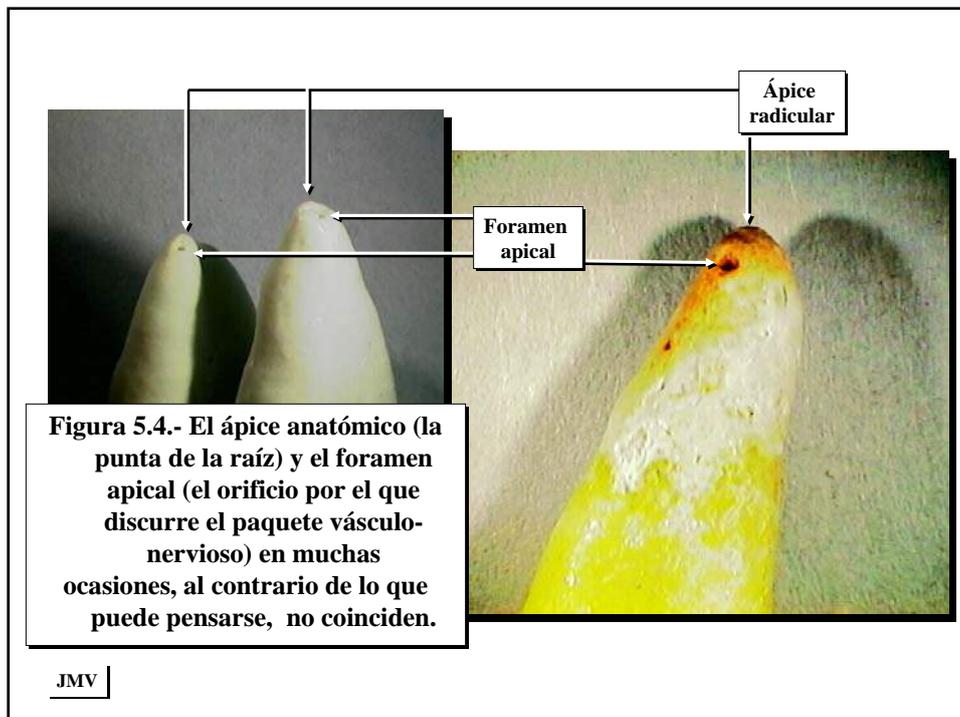
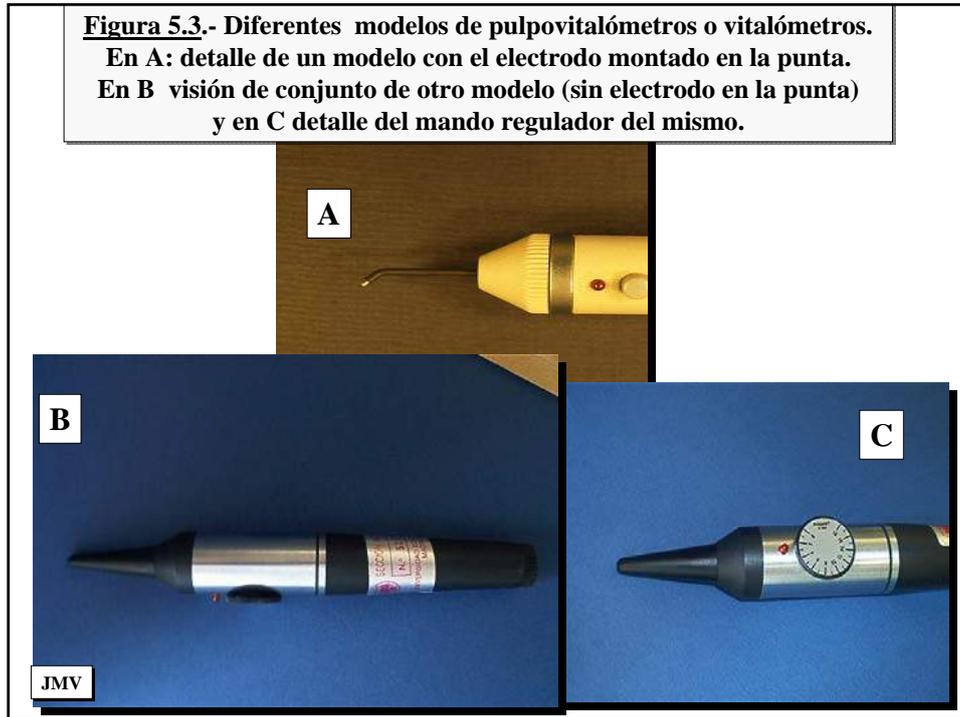


Figura 5.5.- Estas dos fotos pertenecen al mismo espécimen; solo se diferencian en la posición, levemente rotada. Véase que ápice radicular y foramen apical no coinciden. La proyección radiológica de ambas posiciones ofrecerá dos imágenes muy distintas.

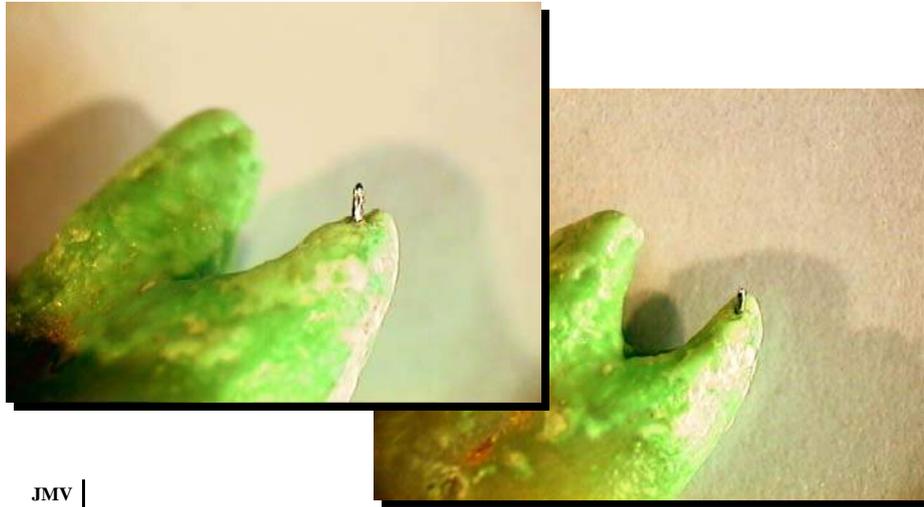
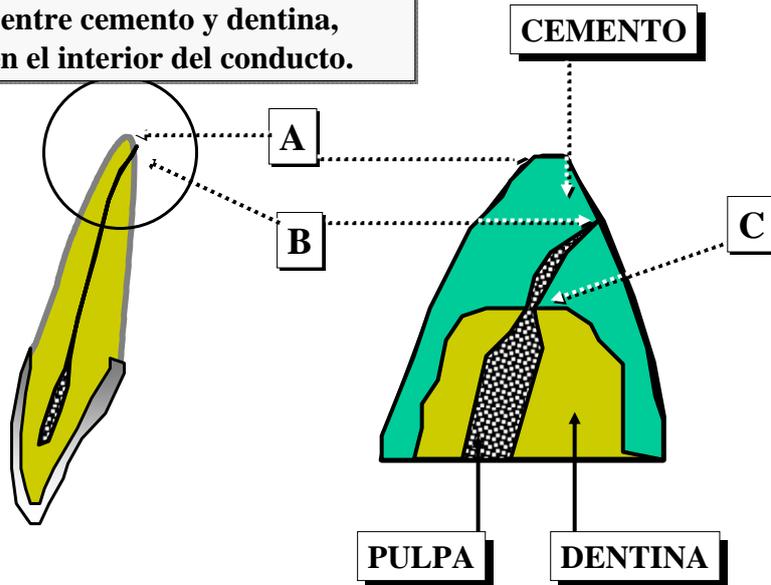


Figura 5.6.- A: ápice. B: foramen. C: constricción o estrechamiento, entre cemento y dentina, en el interior del conducto.



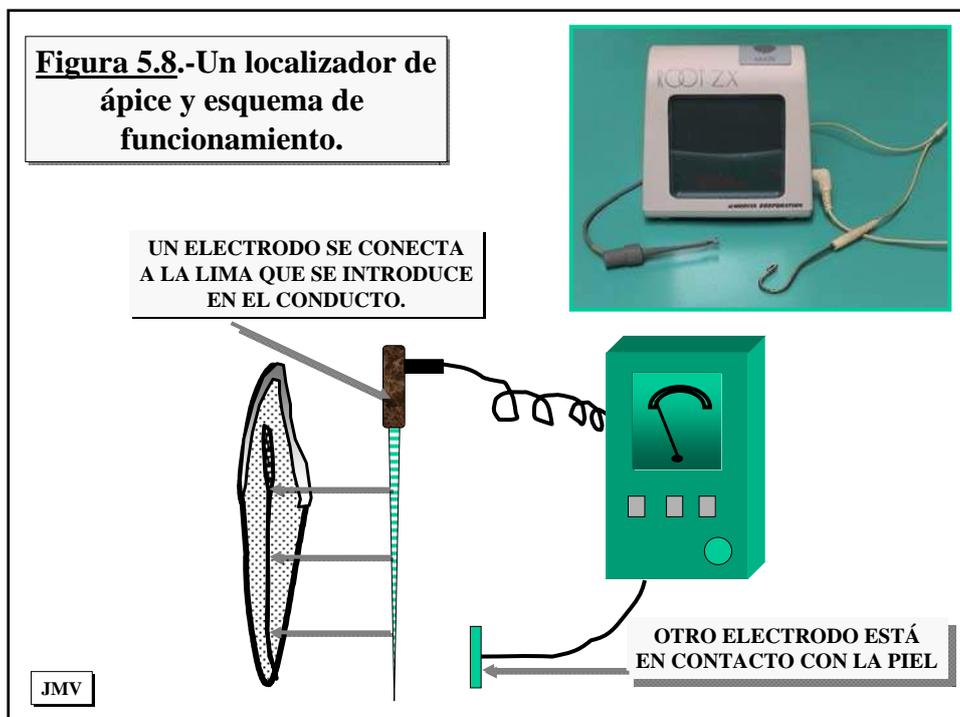
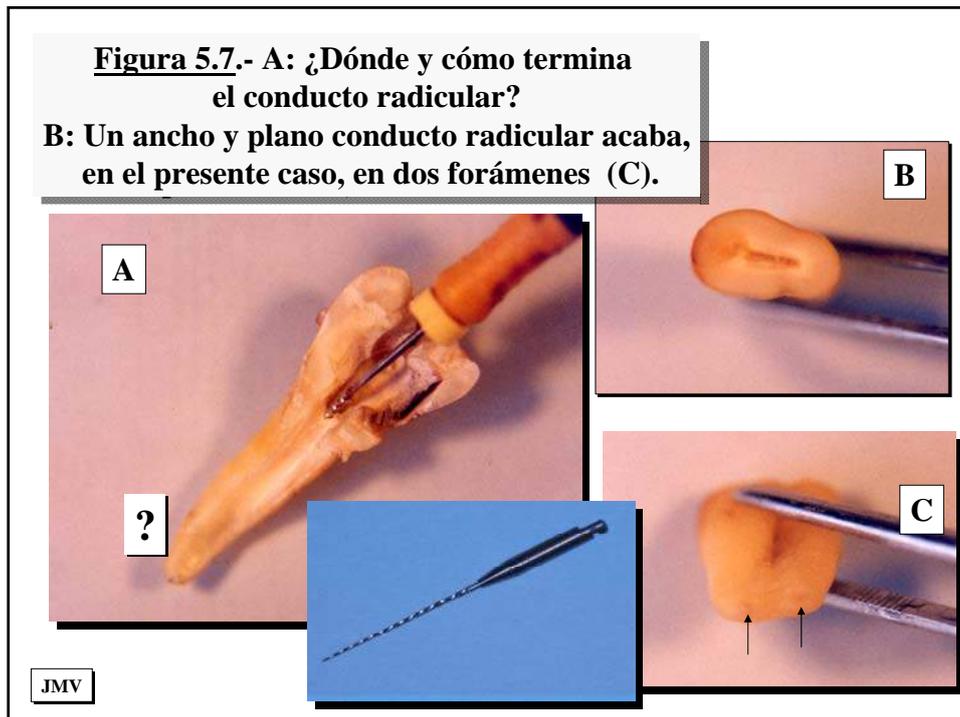
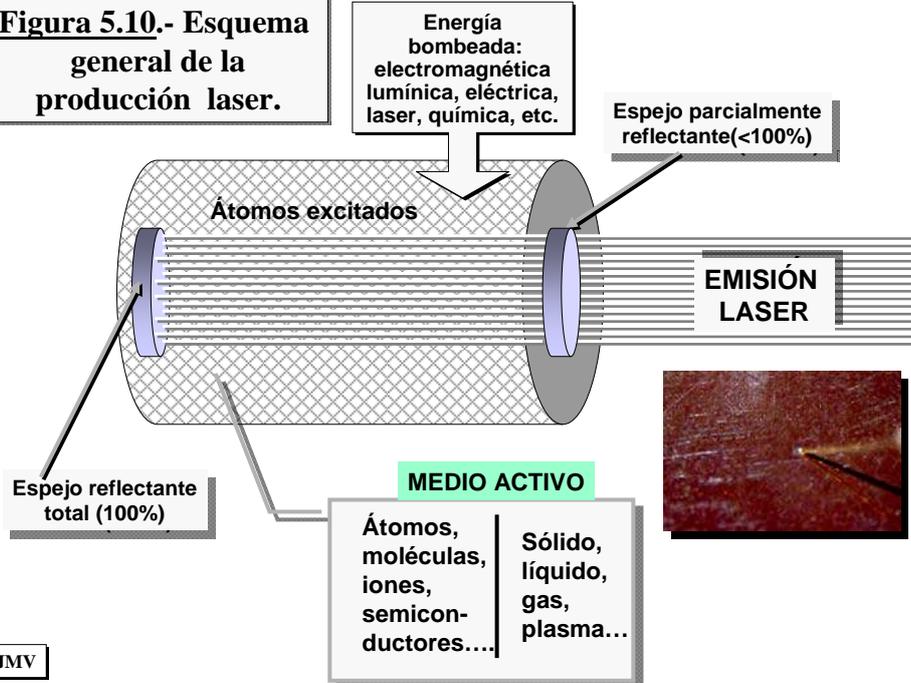


Figura 5.9.- Fotografías de diferentes modelos de localizadores de ápice.



JMV

Figura 5.10.- Esquema general de la producción laser.



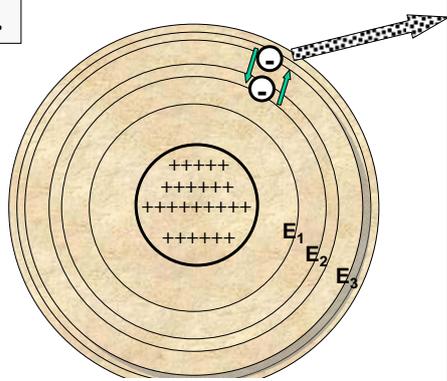
JMV

Figura 5.11.- Composición del medio activo (nombre del laser).

<u>GASES:</u>	<u>SÓLIDOS:</u>
- He - Ne	-Nd:YAG (1064 nm)
- Argon (470 nm)	-Ho:YAG (2090 nm)
- CO ₂	-Er:YAG (2940 nm)
- N ₂	-Rubí (694 nm)
-	-.....

SEMICONDUCTORES:
 - Arseniuro de Ga....

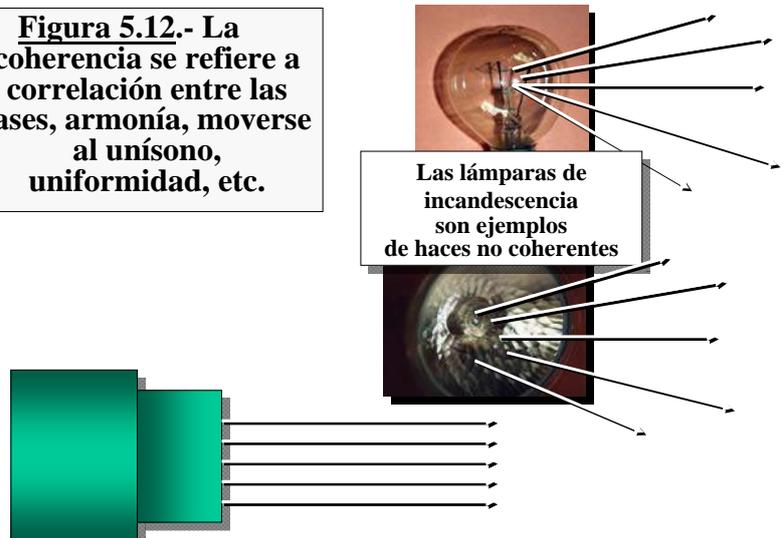
Excímeros
 (Combinación de 2 átomos que solo existe en estado excitado):
 - XeCl*
 - ArF*
 -.....



Electrón alejado del núcleo = excitado

JMV

Figura 5.12.- La coherencia se refiere a correlación entre las fases, armonía, moverse al unísono, uniformidad, etc.



Las lámparas de incandescencia son ejemplos de haces no coherentes

Haz coherente (radiación laser)

JMV

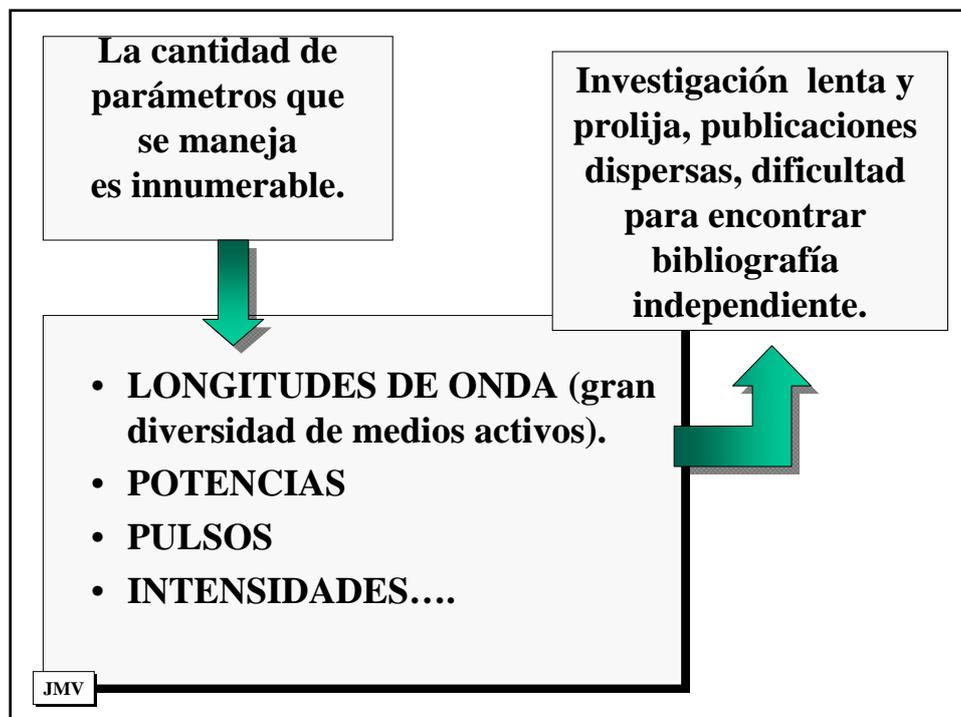
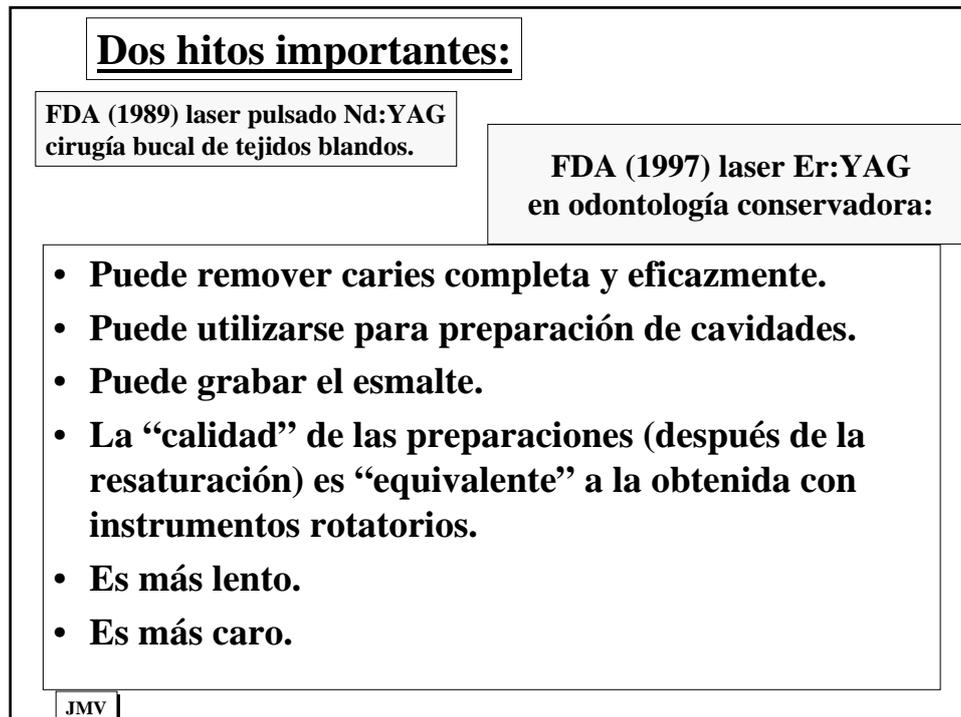
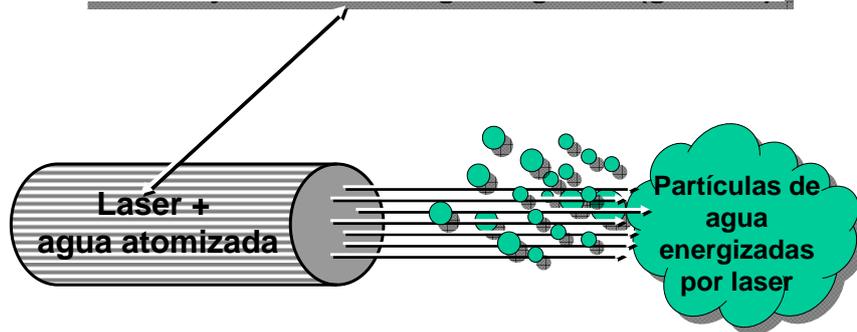


Figura 5.13.- Esquema de la tecnología hidrokínética para la aplicación de laser.

YSGG: ytrio, scandio, galio, garnet (granate).



JMV

INSTRUMENTACIÓN 6. INSTRUMENTOS COMPLEJOS V: APLICACIONES INSTRUMENTALES DE LA TEMPERATURA Y DE LA PRESIÓN.

1. INTRODUCCIÓN

Se van a incorporar a este capítulo usos odontológicos del calor, a baja o a alta temperatura, asociado o no a la presión. La presión, a su vez, en unos casos puede ser positiva o negativa. Con ello se intenta englobar una gran cantidad de procesos y técnicas instrumentales complejas para diferentes fines odontológicos. Entre los más importantes se van a destacar aplicaciones tan dispares como las propias del campo de la desinfección y esterilización; las propias del campo de la termoplaticidad, esto es, dar forma a materiales susceptibles de ser ablandados y modelados mediante el calor; así como aquellas técnicas específicas del ámbito de la termopolimerización o, lo que es lo mismo, curado o polimerización de ciertos materiales plásticos mediante la acción del calor; etc. Por otra parte, se hace alusión a la asociación frecuente de calor y presión (ver más adelante).

2. APLICACIONES PARA ESTERILIZACIÓN Y DESINFECCIÓN

Previamente, recordar que esterilización significa el escalón más superior, es decir, la supresión de toda clase de gérmenes, virus, hongos y formas de resistencia (esporas, etc.). Desinfección significa la supresión de gérmenes patógenos. A lo largo del tiempo han aparecido diversos procedimientos antisépticos. Ello está condicionado por los diversos momentos históricos y el estado del conocimiento en cada época. Más adelante se habla de ellos. Citar hoy algunos puede resultar sorprendente o, aparentemente, fuera de lugar. Sin embargo, un profesional puede verse actuando en muy diferentes circunstancias (una zona deprimida, una zona catastrófica o en cualquier medio muy adverso, con situaciones económicas o materiales que escapan a su control). Parece razonable que posea información de los diferentes procedimientos. Como es lógico, habrá de adaptar los recursos que posea al medio en el que se vea obligado a desenvolverse. En general, todos los países desarrollados cuentan con normas y recomendaciones emanadas de las diferentes administraciones estatales, regionales, autonómicas y locales (comunidades autónomas, ayuntamientos), etc. Deben siempre ser consultadas teniendo en cuenta que pueden variar con el transcurso del tiempo y son de obligado cumplimiento. Hay, no obstante, profesiones específicas que pueden asesorar sobre temas de instalaciones y reglamentación para cada circunstancia.

Una vez terminado el proceso de esterilización; los instrumentos, bien en sus cajas, bien en sus envoltorios, bien en bolsas termoselladas, etc., deben ser convenientemente almacenados en lugar adecuado, hasta su utilización, observando los periodos de caducidad del procedimiento (**figura 6.1**).

2.1. CALOR SECO

Significa utilización de calor sin ninguna intervención del vapor de agua ni de la presión. El instrumental debe estar previamente bien limpio y seco. Se pueden distinguir diferentes formas:

2.1.1. Flameado.- Es el procedimiento más antiguo. Consiste en pasar, repetidas veces, por una llama (mechero de alcohol, gas, etc.) el instrumento a utilizar. Obviamente esteriliza, ya que la llama elimina (quema) cualquier forma de bacteria, virus, espora, etc. Tiene el grave inconveniente de que la alta temperatura de la llama es perjudicial para el instrumento (generalmente de acero), ya que puede alterarlo (destempearlo), sobre todo si es una hoja cortante. No es, por lo tanto, un proceder recomendable; pero en un caso de extrema necesidad, puntualmente, no habría inconveniente en utilizarlo. En los laboratorios de bacteriología se sigue utilizando para esterilizar las asas de platino, con las que se hacen las siembras en los medios de cultivo.

2.1.2. Esterilización por aire caliente.- Puede conocerse también como estufa de calor seco (o Poupinel). Utiliza aire seco a temperaturas moderadamente elevadas. El aparato consiste en un recipiente, con tapa que asegure cierta hermeticidad, al que se le aplica calor, generalmente mediante una resistencia eléctrica, situada en la zona inferior del aparato. El calor se acumula en el interior y aumenta la temperatura paulatinamente. Como toda la masa de aire no se calienta por igual, comienzan a producirse en el interior de la cámara corrientes de **convección**: el aire más caliente (situado inferiormente) es menos denso y tiende a ascender; el aire más frío (situado en la parte superior) es más denso y desciende. Todo ello origina que se homogenice la temperatura a la vez que ésta se eleva (ver esquema de la **figura 6.2**). El ciclo de funcionamiento incluye una fase de **calentamiento**, otra de **esterilización** propiamente dicha y otra de **enfriamiento**. Hay varios regímenes de funcionamiento para conseguir esterilización. Lógicamente, ésta debe ser entendida desde que se alcanza la temperatura deseada hasta que se completa todo el tiempo. Como se ve en la tabla 6.I., existe una correlación entre el tiempo transcurrido y la temperatura obtenida en el interior del aparato, sin abrir la tapa.

Como todas las técnicas instrumentales, tiene ventajas e inconvenientes:

VENTAJAS.- Es un sistema “bastante” eficaz (aunque en ciertos casos e instrumentos puede no garantizarse la esterilidad). Es sencillo y, por tanto, de coste no elevado. No produce corrosión de los instrumentos metálicos. El control del proceso no es difícil, puesto que está basado en parámetros fácilmente mensurables: cronómetro y termómetro. Algunos tipos de aparatos incorporan, en su interior, algún sistema (ventilador) para mover el aire con el fin de facilitar la homogeneidad de la temperatura.

INCONVENIENTES.- El más principal, tal vez, sea la poca penetrabilidad del aire caliente en intersticios o huecos de ciertos instrumentos de diseño complejo. Para conseguir esterilización hay que alcanzar temperaturas relativamente elevadas y durante intervalos largos de tiempo. Por supuesto, no es apto para materiales no metálicos, sensibles al calor (ciertos plásticos). Incluso algunos instrumentos metálicos, de varios componentes unidos por soldaduras, podrían también sufrir deterioros. Independientemente, es preciso limpiar y secar muy bien el instrumental antes de incorporarlo al aparato. A diferencia del autoclave, no permite el embolsado de los instrumentos en su interior. Los tiempos pueden resultar largos. Ciertos instrumentos acaban, con el tiempo, por deteriorarse con la repetición del procedimiento.

2.1.3. Transferencia de calor.-

A. Instrumentos de bolas para la esterilización de pequeño instrumental de endodoncia.- En épocas relativamente recientes se han utilizado estos dispositivos. Se trata de un recipiente cilíndrico, de dimensiones reducidas, cuyas paredes son calentadas mediante una resistencia eléctrica. A su vez, el interior del cilindro contiene unas pequeñas bolitas o esférulas de vidrio, cuarzo, etc. Las paredes del recipiente se calientan y este calor se transfiere, por **conducción**, a las pequeñas esferas, las cuales, a su vez, se calientan. Entre ellas se colocan los instrumentos a esterilizar (limas, ensanchadores, etc.), que reciben el calor directamente de las esférulas. Es un procedimiento eficaz y rápido, ocupa muy poco espacio y es barato, pero sólo puede ser utilizado para instrumental muy pequeño. Las temperaturas, que pueden llegar a ser elevadas (hacia 250° C), no son fácilmente controlables, ya que puede haber diferencias muy sensibles entre la temperatura a nivel de la pared y la alcanzada en el centro de la masa de las esferas. No admite el embolsado. El instrumental, aunque siempre metálico, puede deteriorarse por el uso repetido.

B. Esterilización mediante microondas.- En los últimos tiempos ha surgido un tipo de esterilización mediante aparatos emisores de ondas de alta frecuencia, alrededor de 2.500 MHz. Ello produce calor capaz de provocar la destrucción de agentes contaminantes.

2.1.4. Termo-desinfección.- Se ha reservado este término para sistemas de lavado mediante agua caliente y jabones especiales en el interior de ciertos aparatos que recuerdan, y están basados, en los sistemas lavavajillas para usos industriales y/o domésticos. Evidentemente, no son esterilizadores; pero pueden representar una eficaz ayuda en todo el proceso de limpieza e higienización previo a la esterilización.

2.2. CALOR HÚMEDO

2.2.1. Ebullición.- Durante largo tiempo se ha utilizado la ebullición del agua para cocer los instrumentos, en ocasiones, incluso, con la adición de algún agente químico. Se sabe de antiguo que no es un proceso apto para esterilizar, no es capaz de destruir virus ni formas de resistencia de gérmenes (esporas). Teóricamente, el agua hierve a 100° C, pero eso es en ciertas condiciones. A medida que se asciende en altitud sobre el nivel del mar ese punto de ebullición desciende. Tampoco es igual dicho punto para todas las aguas; es variable según su “dureza” (presencia de diferentes concentraciones de sales, etc.). El contacto repetido de los instrumentos con la humedad puede producir su deterioro.

2.2.2. Autoclave por vapor de agua.- Es el sistema de elección para conseguir esterilización. Consiste en un recipiente hermético que contiene agua destilada. Actúa por la acción del calor que genera una fuente interior. El agua, al cambiar de estado, se convierte en vapor de agua. Como el recipiente es hermético (el volumen no cambia), al seguir aplicándose calor, la presión aumenta y la temperatura también. Sin entrar en descripciones prolijas, conviene recordar las leyes de los gases que relacionan temperatura, presión y volumen. Para los gases se cumple que, el producto de la presión por el volumen es una cantidad constante para cada temperatura determinada. En otras palabras, a un volumen dado, si aumenta la temperatura aumentará la presión. Por encima de 100°C se obtiene vapor de agua “sobrecalentado”. Los aparatos van dotados de termómetro, cronómetro y manómetro. Tienen siempre una puerta hermética, dotada de dispositivo de seguridad adecuado, para impedir su apertura cuando la presión en el interior está aumentada. En caso contrario, la apertura involuntaria durante el funcionamiento podría provocar accidente grave (**figuras 6.3 y 6.4**).

El funcionamiento del autoclave sigue los siguientes ciclos o etapas:

- A. **Pre calentamiento.**- Durante este tiempo aumenta poco a poco la temperatura, siempre por debajo de 100° C. No hay aumento de la presión. Se va produciendo de forma progresiva la salida del aire para ser sustituido por el vapor de agua. Esta eliminación del aire puede ser espontánea, pero puede resultar incompleta. Para optimizar el desalojo total del aire, hay aparatos que tienen un sistema extractor.
- B. **Aumento de la presión.**- Se sabe desde antiguo que el aumento de la temperatura del vapor de agua va produciendo, de forma paulatina y proporcional, un aumento de la presión. De forma general, puede indicarse que 120° C equivalen a una atmósfera de presión. Una atmósfera y media equivale a 128° C. Las dos atmósferas se consiguen con 134° C, etc. (**tabla 6.II.**).
- C. **Esterilización.**- Para conseguir esterilización interviene, además de la presión y de la temperatura, el tiempo. Lógicamente, se puede jugar con los tres parámetros para conseguir diferentes ciclos. Hay distintos ciclos estandarizados, variables también según el tipo de material a esterilizar. Orientativamente, se puede indicar que la presión de vapor oscila entre una y dos atmósferas, la temperatura entre 121 y 132° C y el tiempo entre unos 4-30 minutos (eventualmente más). Deben seguirse siempre las instrucciones del fabricante, así como las recomendaciones de las autoridades sanitarias, y adaptar los distintos regímenes a cada circunstancia concreta (**ver tabla 6.III.**).
- D. **Descarga del vapor.**- Implica el proceso inverso a lo descrito: disminución de la presión y de la temperatura, entrada del aire, eliminación del vapor.
- E. **Secado.**- Se suele realizar a temperatura constante (entre 85-95° C). La duración es algo larga (unos 10 minutos).

Es ineludible recurrir a deslindar ventajas e inconvenientes de los autoclaves:

VENTAJAS.- Es un procedimiento relativamente rápido (algún ciclo es particularmente rápido, para casos en que se requiera prontitud). Muy eficaz (esterilización). Las temperaturas alcanzadas no son demasiado elevadas. Permite introducir el instrumental en bolsas especiales, lo que facilita su posterior almacenamiento durante un tiempo. Es apto para casi toda clase de instrumentos (en instalaciones grandes, incluso material textil). Es fácil de controlar mediante el auxilio de los instrumentos de medida incorporados.

INCONVENIENTES.- Es preciso un lavado y secado meticuloso previo de todos los materiales que se hayan de incluir. Es necesario un ciclo de secado. Para el funcionamiento necesita agua destilada. Puede producir corrosión del instrumental metálico. Los aparatos son relativamente caros.

2.2.3. Autoclave por vapor químico.- Basándose en idénticos principios a lo expuesto más atrás, hay técnicas para autoclave que incorporan algún agente químico mezclado con el vapor de agua.

2.2.4. Control e indicadores de la esterilización.- Para tener la evidencia de que el proceso de esterilización en el autoclave se ha desarrollado correctamente, se recurre a diversos procedimientos de control o monitorización. Hay muchos. Los más generalizados consisten en indicadores, que cambian de color durante el proceso de esterilización, mediante rayas, tiras, círculos, lápices marcadores, etc. impresos sobre los envoltorios y bolsas que contienen los instrumentos (**figuras 6.5. y 6.6.**). Igualmente, existen procedimientos microbiológicos consistentes en la colocación en el interior del aparato,

cada cierto tiempo, de preparaciones bacteriológicas conocidas (gérmenes, esporas, etc.) que son “leídas” e interpretadas antes y después del funcionamiento del aparato. Hay que seguir siempre las instrucciones de los fabricantes.

3. APLICACIONES TÉRMICAS ASOCIADAS A TERMOSELLADO

Al hablar de procedimientos de esterilización, mediante autoclave, se ha hecho alusión a las bolsas en las que se introduce el instrumental. Estas bolsas están, generalmente, constituidas por dos capas de materiales diferentes. Una es un plástico transparente y la otra es una lámina de un papel poroso para permitir circular libremente el vapor de agua en el interior de la bolsa una vez cerrada. El plástico, que es termoplástico a baja temperatura, se ablanda fácilmente y la bolsa puede cerrarse mediante una máquina termoselladora o “soldadora” (**figuras 6.7. y 6.8.**).

4. APLICACIONES PARA TERMOPLASTICIDAD

Se debe entender por termoplasticidad la capacidad que tienen muchos materiales de ser ablandados y recibir forma mediante la aplicación de calor. Se van a incluir aquí procedimientos termoplásticos de la más variada naturaleza, que incluyen desde el modelado con cera, el manejo de hidrocoloides reversibles (gelatinas) o las confecciones de elementos termoplásticos para ferulizaciones, blanqueamientos, deportistas, etc. Unos se hacen a presión atmosférica ambiental y otros mediante la ayuda del vacío o presión negativa.

4.1. A PRESIÓN ATMOSFÉRICA AMBIENTAL

4.1.1. Modelado con materiales termoplásticos.- Sin duda, la aplicación más extendida para termoplasticidad, en el campo dental, es el modelado de cera. Hay varias técnicas (**figura 6.9.**):

- Calentado a la llama. En este caso, la cera se ablanda, manualmente, por contacto directo con una llama proporcionada por mechero de gas, lamparilla de alcohol, etc. Aparte de engorroso, y con evidente riesgo de producir quemaduras, no es el procedimiento más idóneo, aunque se utiliza mucho. La cera suele derretirse inadvertidamente, produciendo manchas que son difíciles de eliminar. Si el contacto con la llama es muy intenso, puede alterarse puntualmente la composición de la cera por quemarse y evaporarse alguno de sus componentes.
- Inmersión en agua caliente. La temperatura del agua debe ser la adecuada al tipo de cera que se está utilizando. Es un procedimiento cómodo. Se le atribuye que al contacto con el agua, durante largo tiempo, la cera podría perder alguno de sus componentes por solubilización.
- Inmersión en pequeñas estufas o calentadores que, obviamente, deben estar convenientemente termostatizados para adecuar la temperatura al tipo de cera.
- Calentado indirecto mediante pequeñas espátulas y espatulines metálicos que se calientan a la llama o que se calientan conectados a una corriente eléctrica.
- Fusión de la cera. Cuando se precisa derretir cera, se recurre a calentadores especiales que mantienen la temperatura constante.

4.1.2. Ablandamiento de hidrocoloides reversibles y gelatinas

Los hidrocoloides reversibles (gelatinas) se denominan así porque pueden pasar del estado de gel al estado de sol, y viceversa, mediante el calor. Cuando se calientan desde el

estado de gel, a temperatura ambiente, se ablandan y adquieren consistencia pastosa, pero con una viscosidad suficiente que los hace aptos para tomar impresiones o hacer duplicados de modelos. Cuando la temperatura disminuye, adquieren consistencia elástica (estado de gel), por lo que pueden constituir un material de impresión y de duplicación. Son materiales muy precisos. Una de sus propiedades es la denominada histéresis térmica. Significa que no coincide la temperatura de ablandamiento (estado pastoso o estado de sol) con la temperatura de coagulación (estado de gel elástico). En otras palabras, cuando se desea pasar al estado de sol, es necesario llevarlos hasta temperaturas próximas a los 100° C. Pero cuando la temperatura desciende, alcanzan el estado de gel hacia los 37° C. Hay que diferenciar los usos clínicos de los usos de laboratorio.

4.1.2.1. En la clínica.- Durante algún tiempo han constituido (y constituyen) un excelente material de impresión. Su uso es engorroso porque, una vez calentado en aparatos adecuados, se precisan cubetas porta-impresiones especiales, dotadas de unos pequeños conductos que permitan la circulación de agua calentada para evitar que el material se enfríe muy rápidamente. Por elementales razones de higiene, el material no es reutilizable.

4.1.2.2. En el laboratorio.- El material es de amplio uso para la duplicación de modelos, con la ventaja de que puede ser reutilizado para muchas ocasiones. En la **figura 6.10** se muestra una gelatinadora o aparato que calienta y remueve la gelatina.

4.2. MEDIANTE PRESIÓN NEGATIVA

El calor asociado a presión negativa se utiliza con frecuencia en odontología para la adaptación o modelado de planchas termoplásticas con diferentes fines. De esta forma, es posible realizar férulas o cubetas, adaptadas a cada paciente, para fluorizaciones tópicas, blanqueamientos ambulatorios, protectores bucales para ciertos deportistas, etc.

El procedimiento consiste en tomar una impresión de la arcada o arcadas del paciente (generalmente es suficiente el alginato). Posteriormente, se obtiene el modelo en escayola (no suele ser necesaria una escayola de alta resistencia). Por otro lado, existen en el mercado diferentes presentaciones de planchas de diversos materiales termoplásticos de distintos espesores, consistencias y colores.

El aparato para estas adaptaciones consta de una resistencia eléctrica que calienta la citada plancha termoplástica, montada sobre un marco apropiado. Una vez ablandada, se coloca debajo el modelo de escayola y se hace descender la lámina ablandada a la vez que por la base del aparato circula aire a presión negativa. Mediante este artificio, el material termoplástico ablandado, se adapta sobre la superficie del modelo. Una vez enfriado, se recorta para la adaptación que se precise. Mediante este procedimiento es posible confeccionar toda clase de férulas para fluorizaciones, blanqueamientos, ciertos protectores para deportes, etc.

5. APLICACIONES ASOCIADAS A TERMOPOLIMERIZACIÓN

Hay muchos polímeros que endurecen por acción del calor. Se dice de ellos que son termopolimerizables. Significa que en su composición deben llevar algún agente o sistema sensible a la temperatura para poner en marcha una reacción química que transforme el monómero en polímero. Es el caso, entre otros, de las resinas acrílicas denominadas termopolimerizables, de amplio uso en odontología, para la elaboración de bases de prótesis dentales parciales o totales, ciertas aparatologías ortodóncicas removibles, obturadores tras resecciones quirúrgicas, etc. Para realizar estas transformaciones es preciso disponer de

aparatos que someten la resina termopolimerizable a la acción del calor y de moderada presión positiva (**figura 6.11.**).

6. APLICACIONES DEL CALOR A ALTA TEMPERATURA

El trabajo con metales y con porcelanas o cerámicas, en odontología, no sería posible sin la existencia de sistemas para fusión de metales y de hornos para las porcelanas.

6.1. FUSIÓN DE METALES

La gama de aleaciones utilizadas en odontología es muy diversa. La técnica del colado a la cera perdida está muy extendida y ha llegado a una alta complejidad tecnológica. Ello significa que hay que fundir unos metales que se mueven entre rangos en torno a los 900 ° C y otros a más de 1.600° C. Los sistemas empleados son variados y propios del laboratorio protésico. Únicamente citar aquí que la fuente de calor puede ser, en unos casos, la llama (aunque puede tener inconvenientes para muchas aleaciones); mientras que, en otros, hay que recurrir a la inducción electromagnética.

Hay aparatos, incluso, que son simultáneamente aptos para fundir primero y colar a continuación, incluso proyectando el metal fundido, en el interior del molde, mediante presión positiva. Es el caso del titanio, en que, además, todo el conjunto ha de funcionar en atmósfera inerte (por ejemplo argón), ya que el titanio presenta excesiva reactividad, con el oxígeno atmosférico a alta temperatura.

6.2. LOS HORNOS PARA CERÁMICAS

Análogamente a lo que ocurre con los metales, el actual mundo de las cerámicas y porcelanas es enormemente vasto. Simultáneamente, hemos asistido en los últimos años a una expansión importante de este sector. También aquí hay un amplio espectro de hornos y sistemas para calentar, cocer o “curar” las porcelanas. Los tipos de porcelanas existentes exigen temperaturas muy dispares de unos sistemas a otros. Las hay de baja fusión y de alta fusión. Incluso algunas modernas vitrocerámicas se funden, como los metales, y se introducen en moldes en estado fluido. Todo ello da idea de la importancia y complejidad de la temperatura en estos casos. El rango de temperaturas, en ocasiones, debe ser regulado de forma muy precisa. Por ejemplo, en técnicas ceramo-metálicas hay que armonizar la temperatura de la porcelana y la del metal subyacente, ya que el intervalo de fusión de éste no debe sobrepasarse.

BIBLIOGRAFÍA

Diccionario de Física. Diccionarios Oxford-Complutense. Editorial Complutense S.A. 1998.

Lozano V. En: Toledano M. y cols. Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos. Ediciones Avances Médico-Dentales. pp. 503-525. 2003, Madrid.

Vega J.M.: Equipamiento, instrumental y materiales en cirugía bucal. Capítulo 7 en: Donado M: Cirugía bucal. Patología y Técnica. 1998, Masson S.A. Barcelona.

Vega J.M.: Materiales en Odontología. Fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y físico-químicos. Ediciones Avances Médico Dentales S.L. 1996. Madrid.

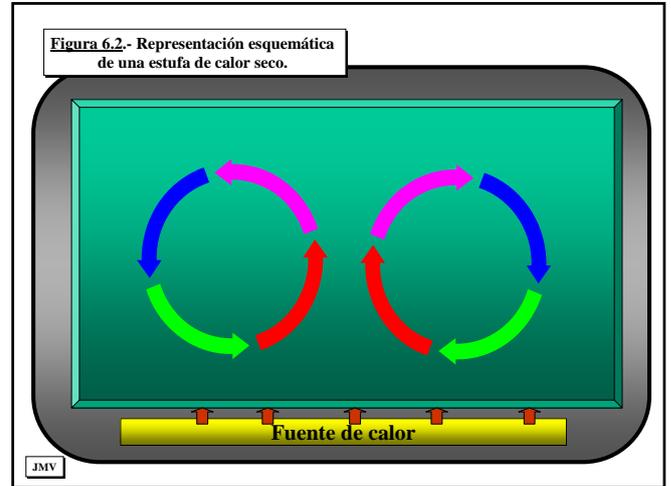


Tabla 6.I.- Calor seco: relación entre temperatura y tiempo.

Temperatura	Tiempo (minutos)
180	30
170	60
160	120
150	150
140	180
120	Toda la noche

JMV

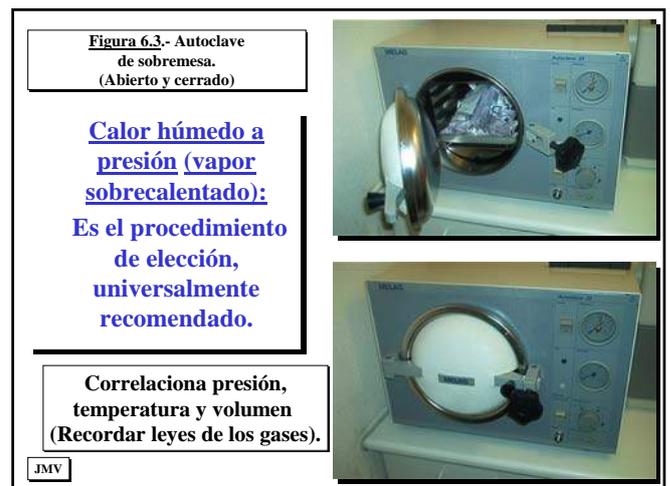


Figura 6.4.- Primer plano de un autoclave para instalaciones grandes.



JMV

Tabla 6.II.-Correspondencia entre presión y temperatura en el autoclave.

Presión (Atm.)	Temperatura (° C)
1	120
1,5	128
2	134
2,4	138

JMV

Tabla 6.III.- Ciclos recomendados en autoclave, según tipo de material a esterilizar.

Temperatura (°C)	Tiempo (min.)	Material a esterilizar
115	30	general
	45	Poroso
121	15	general
	30	poroso
132	4	general
	12	poroso

JMV

Figura 6.5.- Diferentes tipos de indicadores del proceso de esterilización.

A y B: tiras adhesivas con líneas que cambian de color.
C: indicadores de color para esterilización por gases o por vapor.



JMV

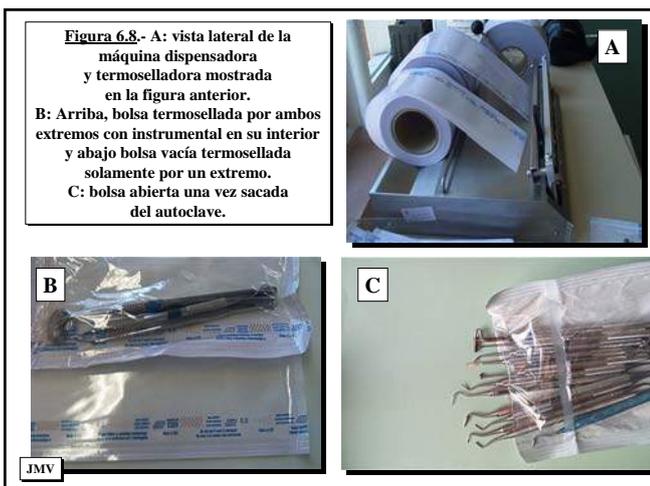
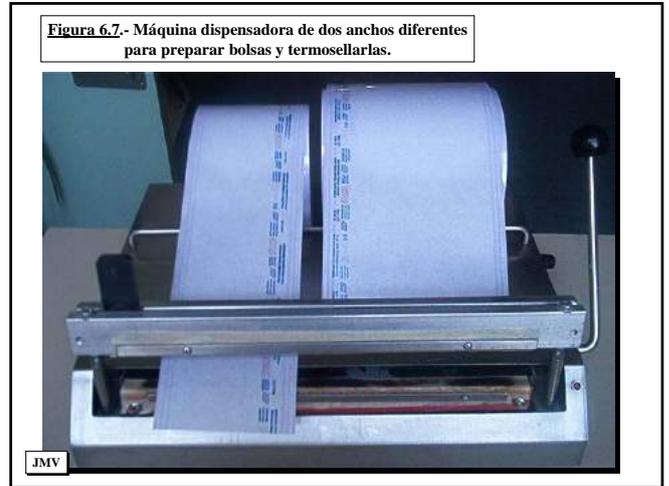
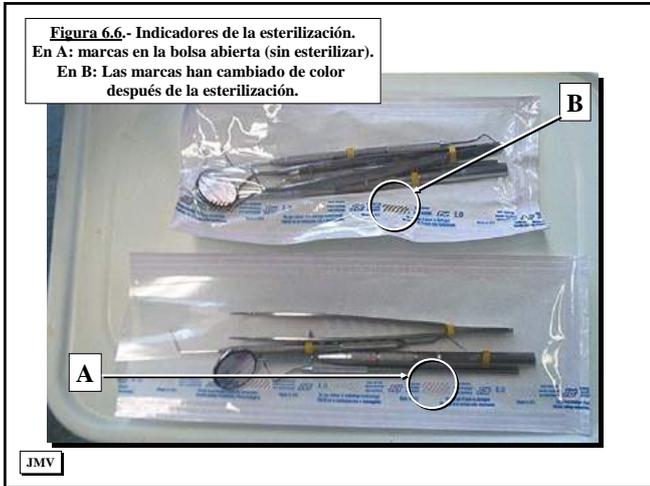
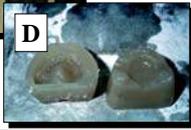


Figura 6.10.- A: Varias gelatinadoras juntas.
B: detalle del interior de una de ellas que muestra las palas encargadas de remover la masa de hidrocoloide mediante giro.
C: detalle de otro modelo que muestra la llave que regula al paso del material fundido hacia el molde inferior.
D: Dos moldes de duplicación de hidrocoloide.



JMV

Figura 6.11.- La termopolimerización precisa presión y temperatura.



JMV