

Introducción

Parte

1

1

La imagen radiográfica

Introducción

El uso de rayos X resulta una parte integral de la odontología clínica pues la mayoría de los pacientes necesita el examen radiográfico. Por consiguiente, se suele considerar que las radiografías son el principal auxiliar diagnóstico del odontólogo.

El rango de conocimiento sobre radiografía y radiología que se requiere puede dividirse convenientemente en cuatro secciones:

- *Física básica y equipamiento:* la producción de rayos X, sus propiedades e interacciones que genera la imagen radiográfica
- *Protección radiológica:* la protección de los pacientes y el personal odontológico ante los efectos lesivos de los rayos X
- *Radiografía:* las técnicas utilizadas para producir las diversas imágenes radiográficas
- *Radiología:* la interpretación de esas imágenes radiográficas

El conocimiento de la imagen radiográfica es el centro de la materia. Este capítulo ofrece una introducción acerca de la naturaleza de esta imagen y de algunos de los factores que afectan su calidad y percepción.

Naturaleza de la imagen radiográfica

Tradicionalmente, la imagen se producía al pasar los rayos X a través de un objeto (el paciente) e interactuar con la emulsión radiográfica sobre una película, que se ennegrecía. De manera gradual, la película se ha ido reemplazando por una variedad de sensores digitales y la

creación de la imagen por un ordenador. Las partes del sensor digital adonde llegan los rayos X aparecen negras en la imagen generada por ordenador. La intensidad con que la emulsión o la imagen generada por computadora se ennegrece depende del número de rayos X que llegan a la película o al sensor (cada dispositivo puede denominarse receptor de imagen), lo que a su vez depende de la densidad del objeto.

Como quiera que se capture la imagen final, se la puede describir como bidimensional, compuesta de una variedad de sombras negras, blancas y grises superpuestas, a lo que a veces se denomina sombragrafía (véase Fig. 1.1).

La comprensión de la naturaleza de la sombragrafía y la interpretación de la información que contiene requiere el conocimiento de:

- Las sombras radiográficas
- Los tejidos anatómicos tridimensionales
- Limitaciones impuestas por la imagen bidimensional y la superposición

Sombras radiográficas

La cantidad de haz de rayos X detenido (atenuado) por un objeto determina la radiodensidad de las sombras:

- Las sombras blancas o radiopacas de una película representan las diversas estructuras densas dentro del objeto que detuvieron totalmente el haz de rayos X.
- Las sombras negras o radiolúcidas representan zonas donde el haz de rayos X atravesó el objeto sin detención alguna.
- Las sombras grises representan zonas donde el haz de rayos X fue detenido en grados diversos.

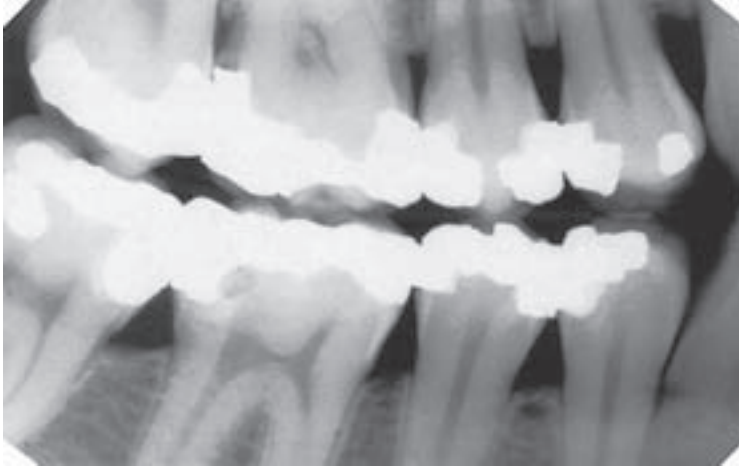
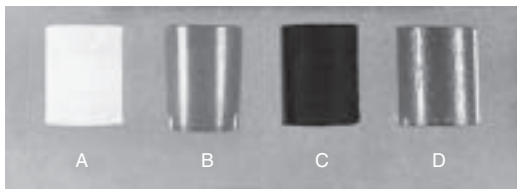
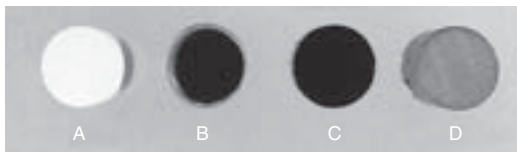


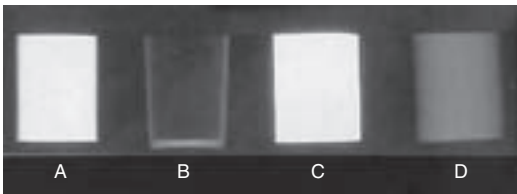
Fig. 1.1 Radiografía dental típica. La imagen presenta las diversas sombras radiográficas negras, grises y blancas.



(i)

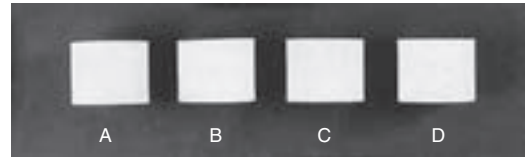


(ii)

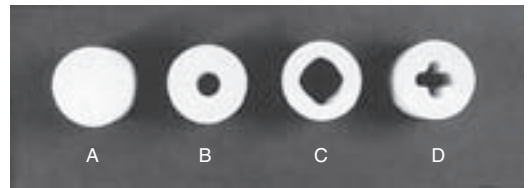


(iii)

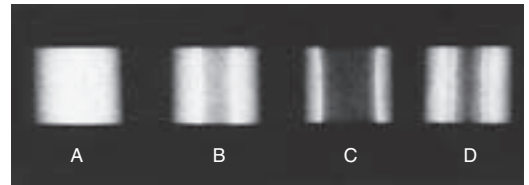
Fig. 1.2 (i) Vista frontal y (ii) axial de diversos cilindros de forma similar pero de diferentes materiales: **A** Yeso de París, **B** Plástico hueco, **C** Metal, **D** Madera. (iii) Las radiografías de los cilindros muestran cómo objetos de la misma forma pero de diferentes materiales producen imágenes radiográficas diferentes.



(i)



(ii)



(iii)

Fig. 1.3 (i) Vista frontal de cuatro cilindros aparentemente similares hechos de yeso de París. (ii) Las imágenes axiales revelan que los cilindros poseen diferentes diseños y espesores internos. (iii) Las radiografías de los cilindros en apariencia similares revelan cómo objetos de forma y material similar, pero de diferentes densidades, producen diferentes imágenes radiográficas.

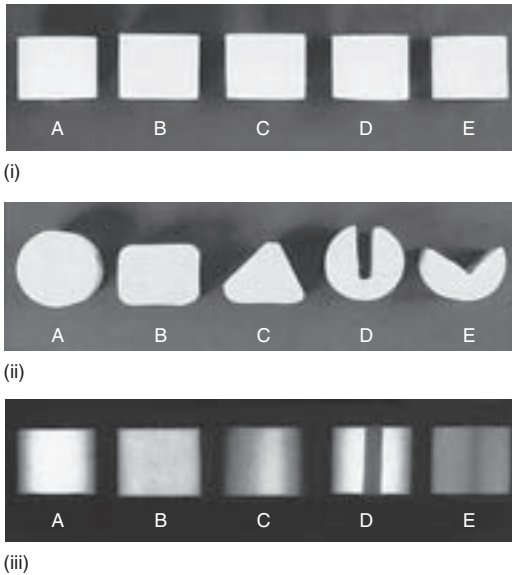


Fig. 1.4 (i) Vista frontal de cuatro cilindros aparentemente similares hechos de yeso de París. (ii) La vista axial revela que en realidad los objetos son de diferente forma. (iii) Las radiografías revelan cómo objetos de diferente forma, pero hechos del mismo material, producen diferentes imágenes radiográficas.

Así, la densidad de sombra final de un objeto es afectada por:

- El tipo específico de material del cual está hecho el objeto
- El espesor o densidad del material
- La forma del objeto
- La intensidad del haz de rayos X empleada
- La posición del objeto en relación al haz de rayos y al receptor de imagen
- La sensibilidad y el tipo del receptor de imagen

El efecto de los diferentes materiales, diferentes espesores o densidades, diferentes formas y diferentes intensidades del haz de rayos X sobre las sombras de la imagen radiográfica se observa en las Figuras 1.2-1.5.

Tejidos anatómicos tridimensionales

La forma, densidad y espesor de los tejidos del paciente, principalmente los duros, también afectan la imagen radiográfica. Por ello, cuando

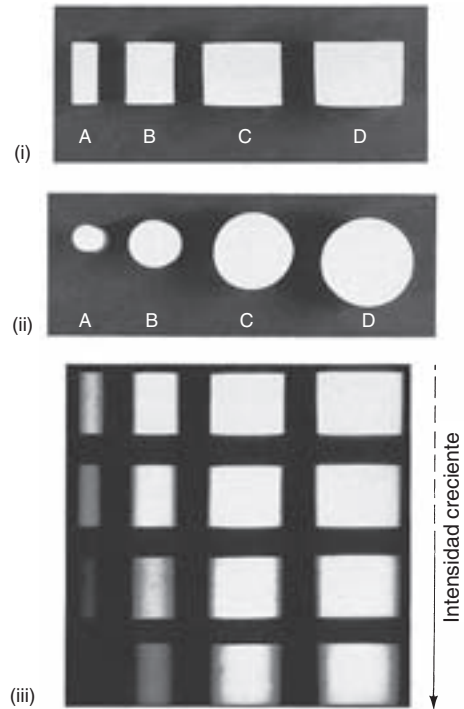


Fig. 1.5 (i) Vista frontal y (ii) vista axial de cuatro cilindros hechos de yeso de París pero de diferentes diámetros. (iii) Cuatro radiografías que utilizan haces de rayos X de intensidades diferentes causan mayor penetración del objeto con menor atenuación; es por ello que producen sombras menos radiopacas (blancas) especialmente en el cilindro más pequeño.

se observan imágenes radiográficas bidimensionales, hay que tomar en cuenta la anatomía tridimensional que origina la imagen (véase Fig. 1.6). Es obvio que el requisito previo de la interpretación radiográfica es poseer un conocimiento anatómico sólido (véase Cap. 18).

Limitaciones impuestas por una imagen bidimensional y la superposición

Las principales limitaciones de la observación de una imagen bidimensional de un objeto tridimensional son:

- Apreciación de la forma general del objeto
- Superposición y valoración de la localización y la forma de estructuras dentro de un objeto

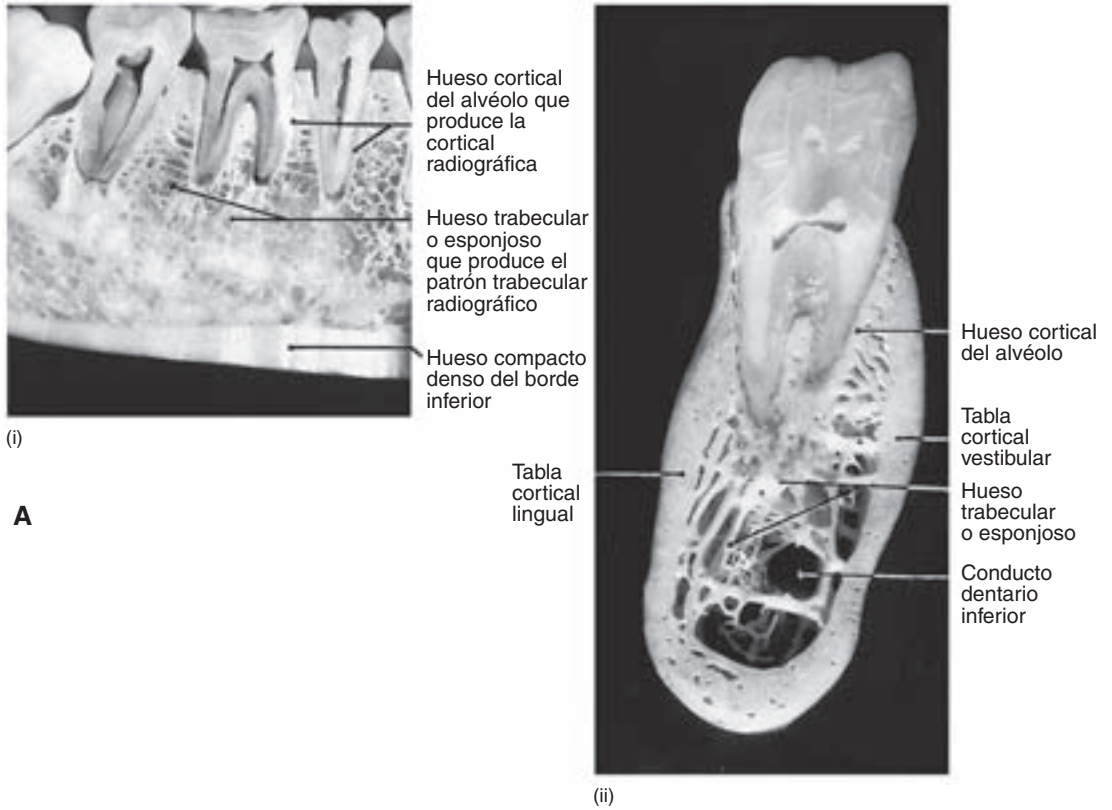


Fig. 1.6 A (i) Cortes sagital y (ii) coronal de una mandíbula desecada donde se observa la anatomía del tejido duro y el patrón óseo interno.

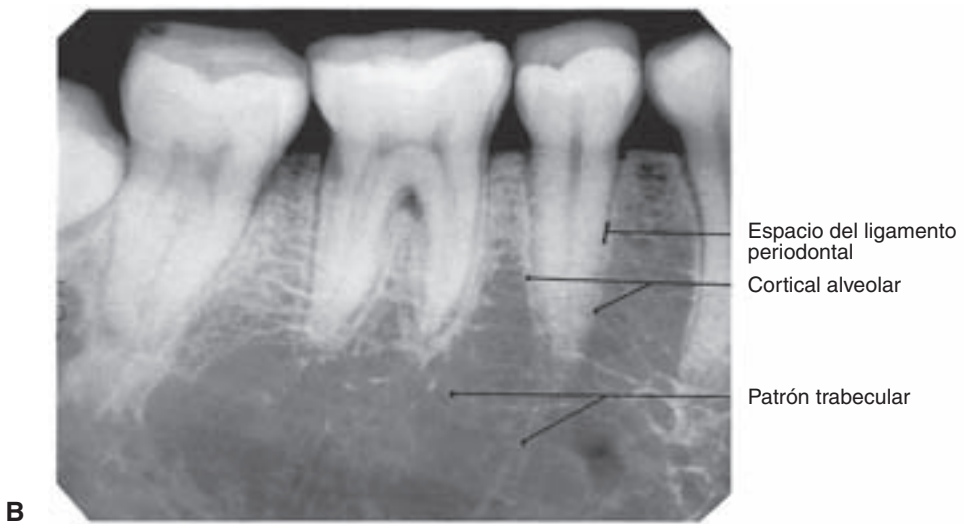


Fig. 1.6 B Imagen rdiográfica bidimensional de la anatomía mandibular en tres dimensiones.

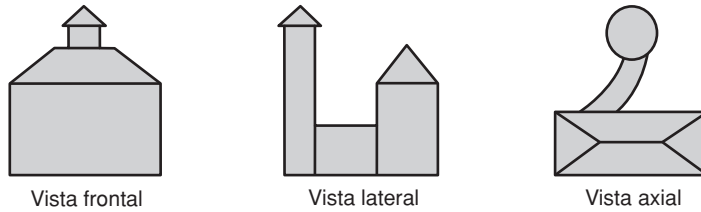


Fig. 1.7 Esquema que ilustra tres vistas de una casa. La vista lateral muestra que hay un corredor en la parte trasera de la casa que conduce a una torre alta. La vista axial complementa la información de que el techo y la torre alta son redondos y que el corredor es curvo.

Apreciación de la forma general del objeto

Para visualizar todos los aspectos de un objeto tridimensional, hay que mirarlo desde varias posiciones diferentes. Esto se puede ilustrar si consideramos un objeto como una casa y la información mínima requerida si un arquitecto ha de dibujar todos los lados del edificio tridimensional en dos dimensiones (véase la Fig. 1.7). Lamentablemente, es muy fácil que el observador olvide que los dientes y los pacientes son tridimensionales. Esperar que una radiografía proporcione toda la información necesaria sobre la forma de los dientes o de un paciente es

como pedir que el arquitecto describa la totalidad de la casa nada más que con la vista del frente.

Superposición y valoración de la localización y la forma de estructuras dentro de un objeto

Las sombras proyectadas por diferentes partes de un objeto (o paciente) se superponen una sobre otra en la radiografía final. Por consiguiente, la imagen provee información limitada, o incluso equivocada, sobre dónde se halla una estructura interna determinada, o sobre su forma, como se observa en la Figura 1.8.



Fig. 1.8 Radiografía de cabeza desde el frente (proyección occipitomentoniana) tomada con la cabeza inclinada hacia atrás y el haz de rayos X horizontal. Esta posición descende los huesos densos de la base del cráneo y asciende los huesos faciales para evitar la superposición de unos sobre otros. Se puede ver (flecha) un objeto radiopaco (blanco) en la base de la cavidad nasal derecha.

Además, una sombra radiopaca densa sobre un lado de la cabeza puede superponerse a un área radiolúcida en la otra, opacándola a la vista, o una sombra radiolúcida puede hacer que una sombra radiopaca superpuesta aparezca menos opaca.

Una solución clínica a estos problemas es tomar dos imágenes, perpendiculares entre sí (véanse Figs. 1.9 y 1.10). Lamentablemente, hasta dos vistas pueden no ser capaces de proporcionar toda la información necesaria para hacer un diagnóstico (véase Fig. 1.11).

Estas limitaciones de la imagen radiográfica convencional pueden tener consecuencias clínicas importantes y puede ser la razón subyacente de un informe radiográfico negativo. El hecho de que una característica o lesión no se vea en una radiografía no significa que no exista, sólo significa que no se la puede ver. La modalidad recientemente creada de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, cone beam computed tomography) fue diseñada para tratar de superar alguna de estas limitaciones (véase el Cap. 16).



Fig. 1.9 Radiografía de cabeza desde el costado (*proyección craneal lateral verdadera*) del mismo paciente de la Fig. 1.8. El objeto (flecha) radiopaco (blanco) ahora aparece dentro del cráneo, justo debajo de la base del cráneo. En realidad es un broche metálico colocado en el aneurisma en una arteria del Círculo de Willis en la base del cerebro. La flecha negra larga indica la dirección del haz de rayos X necesaria para obtener la radiografía de la Fig. 1.8; ilustra cómo puede parecer que un broche metálico intracraneal se halla en la nariz.

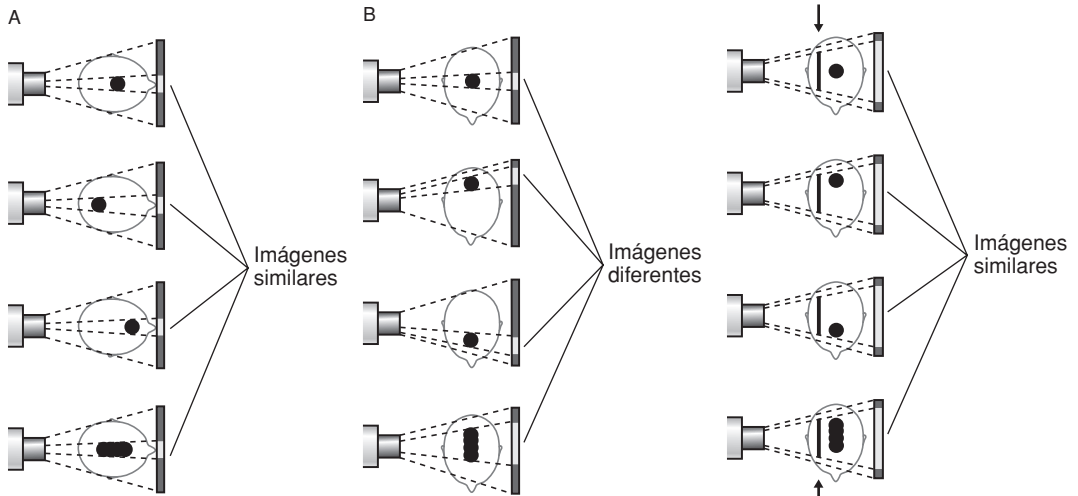


Fig. 1.10 Esquemas que ilustran las limitaciones de una imagen bidimensional: **A** Proyecciones posteroanteriores de una cabeza que contiene una masa variable. La masa aparece como una imagen opaca de tamaño similar en la radiografía y no ofrece información que diferencie su posición o su forma. **B** La proyección lateral proporciona una posible solución a los problemas ilustrados en **A**.

Fig. 1.11 Esquema que ilustra los problemas de superposición. Proyecciones laterales de las mismas masas de la Fig. 1.10, pero con la superposición de un objeto radiopaco (flecha). Esto produce una imagen similar en cada caso sin que se vea la masa. Ahora, la información obtenida previamente está enmascarada y se anula la utilidad de hacer dos proyecciones perpendiculares.

Calidad de la imagen radiográfica

La calidad general de la imagen y el detalle que se observa en una radiografía dependen de varios factores, como:

- Contraste: diferencia visual entre las diversas sombras negras, blancas y grises
- Geometría de la imagen: posiciones relativas del receptor de imagen, objeto y cabezal del tubo de rayos X
- Características del haz de rayos X
- Nitidez y resolución de la imagen

Estos factores dependen, a su vez, de variables relacionadas con la densidad del objeto, el

tipo de receptor de imagen y el equipo de rayos X. Se los explica con mayor detalle en el Capítulo 15. Sin embargo, para introducir cómo pueden influir en la precisión geométrica y el detalle de la imagen final, analizamos a continuación dos de los factores más importantes.

Posición del receptor de imagen, el objeto y el haz de rayos X

La posición del haz de rayos X, el objeto y el receptor de imagen debe satisfacer ciertos requisitos geométricos básicos. Ellos incluyen:

- El objeto y el receptor de imagen deben estar en contacto o tan cercanos como sea posible.

- El objeto y el receptor de imagen deben estar paralelos entre sí.
- La cabeza del tubo de rayos X debe estar en una posición tal que el haz sea perpendicular al objeto y al receptor de imagen.

Estos requisitos ideales se hallan en el esquema de la Figura 1.12. Los efectos que tiene sobre la imagen final la variación en la posición del objeto, el receptor de imagen o el haz de rayos X se hallan en la Figura 1.13.

Características del haz de rayos X

El haz de rayos X ideal usado para imágenes debe:

- Poseer la capacidad de penetración suficiente que le permita atravesar al paciente y reaccio-

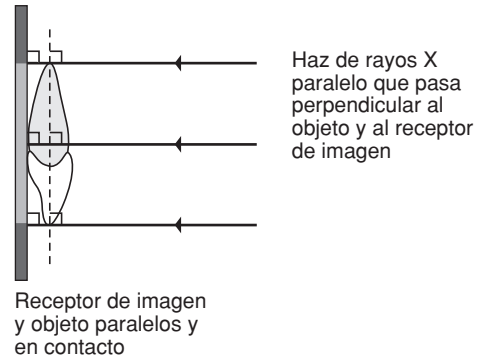


Fig. 1.12 Esquema que ilustra la relación geométrica ideal entre objeto, imagen del receptor y haz de rayos X.

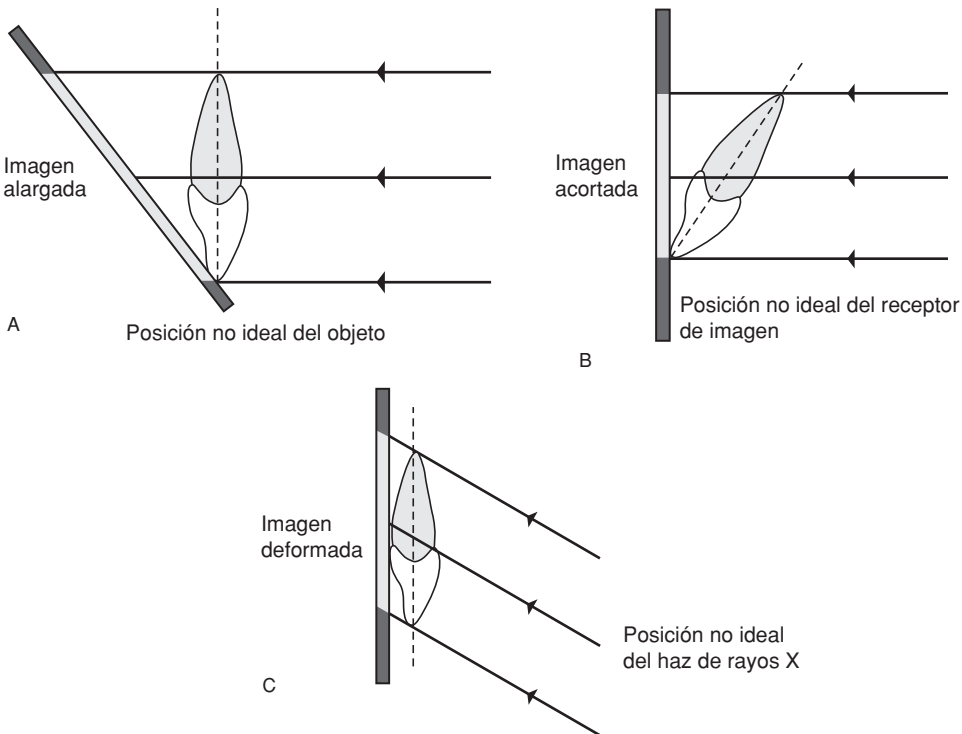


Fig. 1.13 Esquema que ilustra el efecto sobre la imagen final de diferentes posiciones de **A** el receptor de imagen, **B** el objeto y **C** el haz de rayos X.

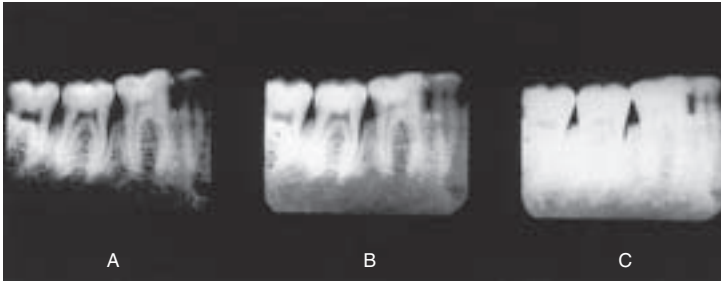


Fig. 1.14 Radiografías de la misma zona con variaciones de contraste: la diferencia visual en las sombras negras, blancas y grises debido a la penetración del haz de rayos X. **A** Mayor exposición (sobrepene-tración). **B** Exposición normal. **C** Menor exposición (subpenetración).

nar con la emulsión de la película o el sensor digital y producir buen contraste entre las diferentes sombras (Fig. 1.14).

- Ser paralelo, eso es, no ser divergente, para no aumentar la imagen.
- Generado por una fuente puntiforme, para que los bordes de la imagen no sean borrosos, fenómeno conocido como efecto de penumbra.

Estas características se analizan más adelante en el Capítulo 5.

Percepción de la imagen radiográfica

El verbo percibir significa aprehender con la mente por uno o más de los sentidos. La percepción es el acto o facultad de percibir. En radiología, usamos nuestro sentido de la vista para percibir la imagen radiográfica pero, lamentablemente, no podemos confiar del todo en lo que vemos. La sombragrafía negra, blanca y gris, simple en apariencia, es una forma de ilusión óptica (del latín *illudere*, que significa burlar, confundir). Así, la imagen radiográfica puede confundir nuestros sentidos de varias maneras. Los principales problemas pueden ser causados por los efectos de:

- Imágenes parciales
- Contraste
- Contexto

Efecto de imágenes parciales

Como ya se mencionó, la imagen radiográfica sólo provee al profesional una imagen parcial con información limitada en la forma de sombras de densidad diferente. Para completar el

cuadro, el odontólogo debe llenar los vacíos, pero no necesariamente todos lo hacen de la misma manera y pueden arribar a conclusiones diferentes. En la Figura 1.15 se muestran tres ejemplos no clínicos. Desde el punto de vista clínico, nuestras percepciones diferentes pueden conducir a diagnósticos diferentes.

Efecto de contraste

La densidad de las sombras circundantes puede afectar considerablemente la densidad de una sombra radiográfica. En otras palabras, el contraste entre estructuras adyacentes puede alterar la densidad percibida de una de ellas o de ambas (véase Fig. 1.16). Esto es de particular importancia en odontología, cuando restauraciones metálicas producen sombras radiopacas blancas densas que pueden afectar la densidad percibida de los tejidos dentarios adyacentes. Esto se analizará de nuevo en el Capítulo 18, relacionado con el diagnóstico de caries.

Efecto de contexto

El medio o contexto en el cual vemos una imagen puede afectar la manera de interpretar esa imagen. En la Figura 1.17 vemos un ejemplo no clínico. En odontología, el medio que puede afectar nuestra percepción de las radiografías es el creado por la descripción que hace el paciente de las molestias. Imaginamos que podemos ver ciertos cambios radiográficos porque el paciente ha condicionado nuestro aparato de percepción.

Estos diversos problemas de percepción se incluyen simplemente como una advertencia de que la interpretación radiográfica no es tan simple como puede parecer.



Fig. 1.15 El problema de las imágenes parciales que requieren que el observador complete los huecos. Obsérvense las tres imágenes no clínicas y qué se percibe. Los objetos son **A** un perro, **B** un elefante y **C** un barco a vapor. Todos *vemos* las mismas imágenes parciales, pero no necesariamente *percibimos* los mismo objetos. La mayoría percibe el perro, algunos perciben el elefante mientras que unos pocos perciben el barco y se convencen de ello. Señalemos que una vez que los observadores han percibido los objetos correctos, es imposible volver a mirar la imagen sin percibirlos correctamente. (Figuras de: Coren S, Porac C, Ward LM 1979 *Sensation and Perception*. Harcourt Brace and Company, reproducido con autorización del editor.)



Fig. 1.16 Efecto de contraste. Los cuatro cuadrados internos menores son, en realidad, del mismo color gris, pero aparecen como diferentes por el efecto de contraste. Cuando el cuadrado externo es negro, el observador percibe que el cuadrado interno es muy pálido, mientras que cuando el cuadrado externo es gris claro, el observador percibe que el cuadrado interno es oscuro. (Figuras de: Cornsweet TN 1970 *Visual Perception*. Harcourt Brace and Company, reproducido con autorización del editor.)

A, B, C, D, E, F
10, 11, 12, 13, 14

Fig. 1.17 Efecto de contexto. Si se pide que se lean las dos líneas que se muestran, la mayor parte, si no todos los observadores, leerán las letras A, B, C, D, E, F y después los números 10, 11, 12, 13, 14. El examen más detenido muestra que la letra B y el número 13 son idénticos. Se los percibe como 13 y B debido al contexto (las letras y los números circundantes) en los que se los ve. (Figuras de: Coren S, Porac C, Ward LM 1979 *Sensation and Perception*. Harcourt Brace and Company, reproducido con autorización del editor.)

Tipos comunes de radiografías dentales

Las diversas imágenes radiográficas de los dientes, maxilares y cráneo se dividen en dos grandes grupos:

- Intrabucales: el receptor de imagen se coloca dentro de la boca del paciente, e incluye:
 - Radiografías periapicales (Cap. 8)
 - Radiografías de aleta mordible (Cap. 9)
 - Radiografías oclusales (Cap. 10)
- Extrabucales: el receptor de imagen se coloca fuera de la boca del paciente, e incluyen:
 - Radiografías laterales oblicuas (Cap. 11)
 - Radiografías de cráneo laterales (Cap. 12)

– Radiografías panorámicas dentales (Cap. 13)

Estas diferentes técnicas radiográficas se describen más adelante, en los capítulos señalados. La intención es que el planteo y el formato adoptado en estos capítulos sobre radiografías sea simple, claro, práctico y con valor clínico basado sobre el conocimiento requerido esencial. Ello incluye:

- **POR QUÉ** se toma cada proyección: esto es, las indicaciones clínicas principales
- **CÓMO** se toman las proyecciones: esto es, las posiciones relativas del paciente, el receptor de imagen y el tubo de rayos X
- **CUÁL** es la imagen radiográfica resultante y qué características anatómicas deben verse.