

- 6-6 Si usted quisiera extraer algunos blastocitos para crear tejido óseo, ¿dónde los buscaría?
- 6-7 ¿Cómo se denomina la célula ósea que madura en un osteocito?
- 6-8 ¿Qué sucede con el calcio eliminado del tejido óseo por los osteoclastos?
- 6-9 ¿Qué tipo de canal atraviesa longitudinalmente un hueso, el perforante o el central?
- 6-10 ¿Qué es un osteón?
- 6-11 ¿Dónde se encuentran las trabéculas, en el tejido óseo esponjoso o en el compacto?
- 6-12 ¿Qué tipo de tejido óseo se desarrolla a partir de un molde en cartílago, el membranoso o el endocondral?
- 6-13 ¿Cuál es el primer lugar de depósito óseo en la osificación endocondral?
- 6-14 ¿El cartílago articular se desarrolla a partir del pericondrio o del periostio?
- 6-15 ¿Dónde se produce el crecimiento óseo longitudinal, en la epífisis o en la diáfisis?
- 6-16 ¿Sirve una medicación que estimula la actividad osteoblástica para tratar la osteoporosis o la enfermedad de Paget?
- 6-17 Durante la consolidación de una fractura, ¿qué tipo de callo se forma primero?
- 6-18 Señale los componentes del tejido de granulación.
- 6-19 ¿La paratirina estimula la actividad de los osteoblastos o de los osteoclastos?
- 6-20 Una inyección intravenosa de calcio, ¿aumentaría o reduciría la secreción de paratirina?

Articulaciones

Salvo el hioides del cuello y los sesamoideos (como la rótula), cada hueso del cuerpo se articula (se une) con otro. El lugar donde se juntan los huesos se llama **articulación**, o **artrosis** (del griego *arthron* = «articulación»). Aunque todas las articulaciones sirven para mantener los huesos juntos, algunas no permiten el movimiento o incluso son casi o totalmente inmóviles. Por ejemplo, los huesos del cráneo están fusionados como si fueran uno, una característica esencial para proteger el cerebro.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, las articulaciones se comportan de modo que permiten el movimiento de las distintas partes del cuerpo. Por ejemplo, las maravillosas actividades que podemos realizar con nuestras manos reflejan los movimientos coordinados de casi todas las articulaciones de los miembros superiores. Para darse una idea, agáchese para desatar y atar los cordones de sus zapatos y preste atención al trabajo de las articulaciones que

participan en ese movimiento. Son tantos los movimientos que se producen al mismo tiempo, que probablemente necesitará verlo varias veces para apreciar del todo cómo el hombro, el codo, la muñeca y cada articulación de la mano trabajan en conjunto para hacerlo posible. Una sola articulación lesionada puede dificultar mucho una actividad tan sencilla como ésta.

Las articulaciones pueden clasificarse según su forma o su función

Las articulaciones pueden clasificarse según su forma (estructura) o su función (amplitud de movimiento permitida) (fig. 6-13). En cuanto a la clasificación estructural, hay dos variables importantes: *a*) la presencia o ausencia de espacio entre los huesos y *b*) si no existe ningún espacio, el tipo de tejido conectivo que une los huesos entre sí. Atendiendo a su estructura, las articulaciones se clasifican de la siguiente manera:

- **Fibrosas:** articulaciones sin espacio; los huesos están unidos por tejido fibroso. Las articulaciones entre los huesos craneales (llamadas *suturas*) son fibrosas, inmóviles y estrechas.
- **Cartilaginosas:** articulaciones sin espacio; los huesos están unidos por cartílago. Las articulaciones entre las vértebras entran en esta categoría.
- **Sinoviales:** articulaciones con espacio, la *cavidad sinovial*, que separa los extremos de los huesos. Las articulaciones sinoviales tienen otras características que se describen a continuación. Casi todas las articulaciones de los miembros son sinoviales.

Según su amplitud de movimiento, se clasifican como:

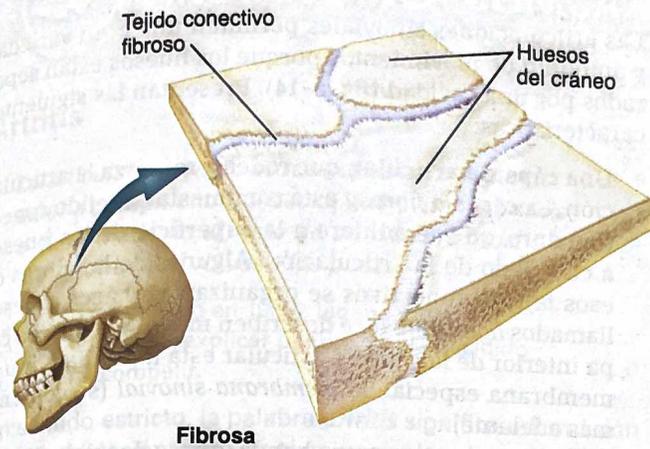
- **Sinartrosis** (del griego *syn* = «con, junto con»): articulación fija que no permite movimiento alguno. En esta categoría entran las suturas entre los huesos craneales.
- **Anfiartrosis** (del griego *amphi* = «a ambos lados»): articulación que permite ligeros movimientos. Las articulaciones entre las vértebras de la columna y entre los huesos de la muñeca son anfiartrosis.
- **Diartrrosis** (del griego *diá* = «entre, a través»): articulación con movimiento libre. El hombro y las articulaciones de los dedos son de movimiento libre.

Como era de esperar, forma y función van siempre a la par, de modo que la función de las articulaciones varía según su forma. Por lo tanto, la mayoría de las articulaciones fibrosas son sinartrosis, la mayoría de las cartilaginosas son anfiartrosis y la mayoría de las sinoviales son diartrosis. Analicemos detalladamente cada uno de estos tres tipos.

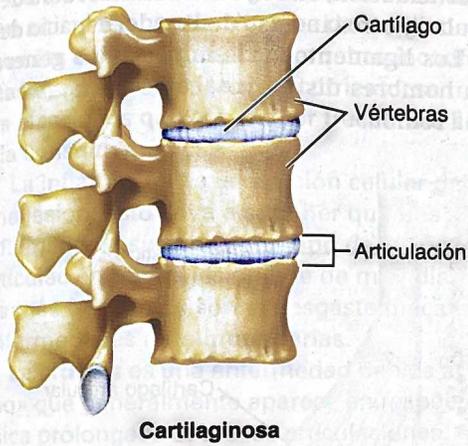
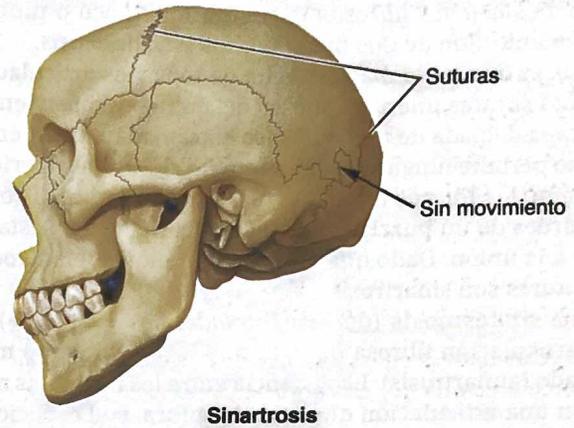
Apuntes sobre el caso

- 6-16 Maggie siente dolor en la articulación de la rodilla, que tiene movimiento libre. ¿Esta articulación es una diartrosis o una sinartrosis?

FORMA:
Clasificación estructural



FUNCIÓN:
Clasificación funcional



Articulaciones (discos intervertebrales)

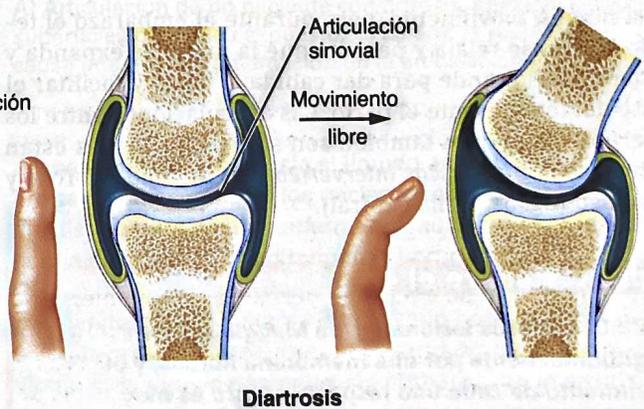
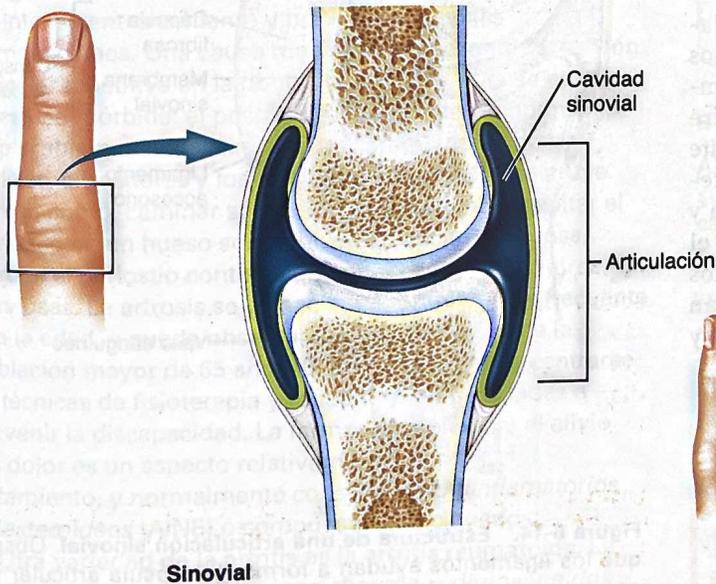
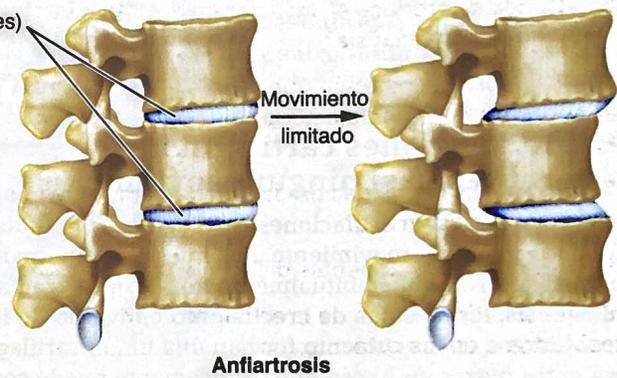


Figura 6-13. Clasificación de las articulaciones. Las articulaciones pueden clasificarse según su forma o su función. ¿Cuál es la clasificación estructural y funcional de las suturas del cráneo?

Las articulaciones fibrosas son suturas y sindesmosis

Las *articulaciones fibrosas* permiten muy poco o ningún movimiento. Son de dos tipos: *suturas* y *sindesmosis*.

Una **sutura** es la más estrecha de todas las articulaciones. Las suturas unen los huesos del cráneo y consisten en una capa delgada de tejido fibroso extremadamente denso, que no permite ningún movimiento (fig. 6-13, fila superior). Más aún, los huesos de una sutura encajan entre sí como los bordes de un puzzle, lo que añade resistencia y estabilidad a la unión. Dado que no permiten movimiento, todas las suturas son sinartrosis.

Una **sindesmosis** (del griego *syndesmos* = «unión») es una articulación fibrosa que permite un movimiento muy limitado (anfiartrosis). La distancia entre los huesos es mayor en una articulación que en una sutura, y el espacio se rellena con más cantidad de tejido fibroso. Los dos huesos del antebrazo (el radio y el cúbito) se unen longitudinalmente en una sindesmosis (v. fig. 6-37).

¡Recuerde! Las sindesmosis permiten un movimiento limitado; las suturas no.

Las articulaciones cartilagosas no permiten casi ningún movimiento

Generalmente, las articulaciones cartilagosas permiten muy poco o ningún movimiento. Los huesos están unidos por cartílago. Aunque habitualmente no se consideran articulaciones, las láminas de crecimiento epifisario de los huesos largos en crecimiento forman una unión cartilaginosa entre piezas de hueso que técnicamente puede considerarse una articulación. Son sinartrosis, no permiten ningún movimiento; esto, por supuesto, desaparece cuando finaliza el crecimiento óseo.

No obstante, a efectos prácticos, el único tipo de articulación cartilaginosa es la sínfisis, cuyos huesos están unidos por una combinación de tejido fibroso y cartílago. Un ejemplo es la sínfisis del pubis, el punto de unión anterior entre los huesos pélvicos (v. fig. 6-39). Normalmente no permite casi ningún movimiento, pero durante el embarazo el tejido fibroso se relaja y permite que la unión se expanda y la pelvis se agrande para dar cabida al útero y facilitar el paso del feto durante el parto. Las articulaciones entre los cuerpos vertebrales también son sínfisis, las cuales están formadas por los *discos intervertebrales* de tejido fibroso y cartílago (fig. 6-13, fila central).

Apuntes sobre el caso

6-17 Los huesos lesionados de Maggie se unen longitudinalmente por una membrana fibrosa, y el movimiento de cada uno respecto al otro es muy limitado. Describa este tipo de articulación con tres términos.

Las articulaciones sinoviales permiten una gran amplitud de movimientos

Las articulaciones sinoviales permiten una gran variedad y amplitud de movimientos porque los huesos están separados por una cavidad (fig. 6-14). Presentan las siguientes características:

- Una **cápsula articular**, que rodea y refuerza la articulación. La *cápsula fibrosa* está compuesta de tejido conectivo duro, que se adhiere a la superficie de los huesos a cada lado de la articulación. Algunas de las fibras de esos tejidos conectivos se organizan en haces gruesos llamados *ligamentos* (se describen más adelante). La capa interior de la cápsula articular está tapizada por una membrana especial, la *membrana sinovial* (se comenta más adelante).
- Un **ligamento**, que es una banda gruesa de tejido fibroso que se extiende entre dos huesos de una articulación. Algunos ligamentos forman parte de la cápsula articular que rodea la articulación; otros se encuentran fuera de la cápsula articular, y otros incluso dentro del espacio de la articulación. Los ligamentos más importantes generalmente llevan nombres distintivos, como los *ligamentos cruzados* de la rodilla.

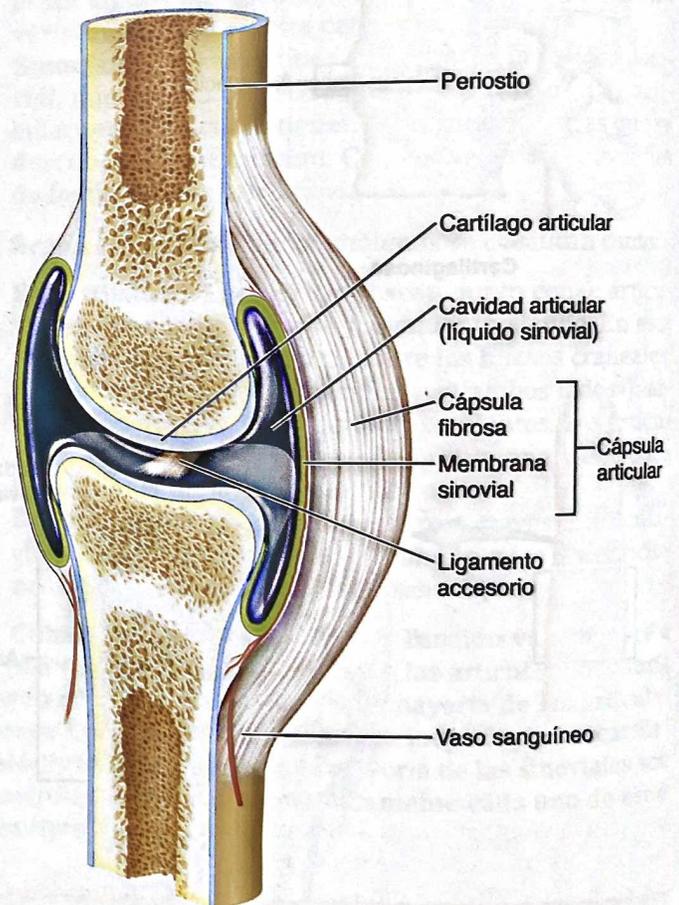


Figura 6-14. Estructura de una articulación sinovial. Observe que los ligamentos ayudan a formar la cápsula articular y se encuentran también en el interior de la cavidad articular. ¿Qué cubre los extremos de los huesos en la articulación, la membrana sinovial o el cartílago articular?



INSTANTÁNEA CLÍNICA

Artritis

La articulación ya no se lubricaba como cuando estaba compitiendo, y decidí que evitar la artritis o el reumatismo el resto de mi vida era mucho más importante que volver a las pistas.

Edwin Moses (nacido en 1955), legendario atleta estadounidense, al explicar por qué había decidido no volver a competir.

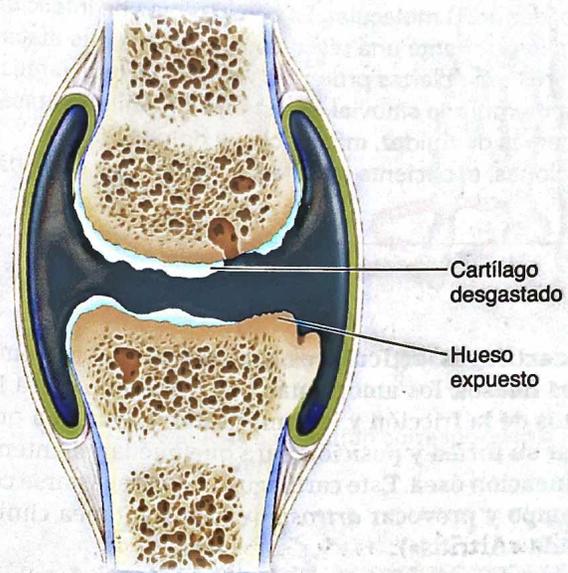
En sentido estricto, la palabra *artritis* significa inflamación de la articulación, pero en términos coloquiales significa dolor en la articulación. Y por un buen motivo: la artritis siempre es dolorosa.

La artritis es una antigua enfermedad de los animales con articulaciones: los huesos de los dinosaurios y de las momias egipcias muestran pruebas inconfundibles de su presencia. Además, es muy corriente; se trata de una de las afecciones que con mayor frecuencia llevan al paciente a la consulta médica.

La inflamación es la reacción celular del cuerpo ante una lesión; esto lleva a suponer que una articulación inflamada ha sufrido algún tipo de lesión. Aunque una articulación puede lesionarse de muy distintas maneras, las más frecuentes son el desgaste mecánico y las enfermedades autoinmunitarias.

La **artrosis** es una enfermedad debida al «desgaste por uso» que generalmente aparece en respuesta a una carga física prolongada sobre las articulaciones. Aunque el deporte no parece aumentar el riesgo de artrosis en general, los atletas destacados como Edwin Moses tienen mayor riesgo de padecer la enfermedad en las rodillas a causa de su intenso entrenamiento y participación en las competiciones. Una causa mucho más frecuente de tensión articular repetitiva en la población estadounidense es la obesidad mórbida: el peso excesivo del cuerpo oprime implacablemente los cartílagos amortiguadores de las rodillas, las caderas y los tobillos, hasta que los destruye. En ese punto, caminar sólo es posible haciendo crepitar el periostio de un hueso sobre otro, una opción dolorosa, porque el periostio contiene una gran cantidad de fibras nerviosas. La artrosis se va haciendo también más frecuente con la edad, y puede observarse casi en un 80% de la población mayor de 65 años. El tratamiento debe centrarse en técnicas de fisioterapia y rehabilitación orientadas a prevenir la discapacidad. La farmacoterapia para el alivio del dolor es un aspecto relativamente menor del tratamiento, y normalmente consiste en *antiinflamatorios no esteroideos* (AINE) o compuestos relacionados.

Otra variedad de la artritis es la **artritis reumatoide**. La palabra *reumatoide* (del griego *rheuma* = «flujo» y *eidos* =



A Artrosis



B Artritis reumatoide

A) Articulación de un paciente con artrosis. Observe las superficies del hueso expuesto. B) La artritis reumatoide causa una notable inflamación en la articulación.

«aspecto») hace referencia al líquido acuoso que fluye en las articulaciones de los pacientes con esta forma de artritis. Se trata de una *enfermedad autoinmunitaria*, en la que el sistema inmunitario del cuerpo ataca a los tejidos del propio huésped. Como veremos en el capítulo 12, el sistema inmunitario normalmente sólo ataca a las proteínas extrañas (*no propias*), por ejemplo de virus o bacterias; sin embargo, en la artritis reumatoide ataca también a las *propias*, la membrana

Artritis (cont.)

sinovial que recubre las articulaciones sinoviales. No se sabe con certeza por qué ocurre, pero parece ser un tipo de error de identidad molecular. Es posible que una infección estimule inicialmente una reacción inmunitaria que ataca al virus, pero como ciertas proteínas víricas son semejantes a las de la membrana sinovial, el sistema inmunitario ataca a ésta. Además de rigidez, inflamación y dolor en las articulaciones, el paciente también siente fatiga y debilidad.

- Los **cartílagos articulares** que cubren los extremos de los huesos, los amortiguan, los protegen contra los efectos de la fricción y la compresión, y ayudan a preservar su forma y posición para que puedan mantener la alineación ósea. Este cartílago puede desgastarse con el tiempo y provocar *artrosis* (v. la Instantánea clínica titulada «Artritis»).
- Un **espacio articular** tapizado por una capa de **células sinoviales** especializadas, que forman la **membrana sinovial**. Esta membrana se fija a los bordes del cartílago articular y se pliega sobre sí misma varias veces para aumentar su superficie. Por ejemplo, en la articulación de la rodilla, la membrana sinovial desplegada totalmente mediría 100 m². Las células sinoviales secretan un **líquido sinovial** lubricante, que recubre el interior de la articulación. Esta delgada película de líquido muy resbaladizo tiene un aspecto y una textura que recuerdan a la clara de huevo cruda.

Aunque la membrana sinovial está bien irrigada por vasos sanguíneos, el cartílago articular, el espacio de la articulación y los ligamentos asociados no lo están. Es el líquido sinovial el que transporta el oxígeno y los nutrientes a los cartílagos y ligamentos. No obstante, en algunos tipos de artritis, especialmente la reumatoide (v. la Instantánea clínica titulada «Artritis»), la respuesta a la inflamación es formar vasos que llevan consigo enzimas destructivas que desgastan el cartílago.

Alrededor de las articulaciones sinoviales trabajan también otras estructuras (v. fig. 6-36). Los **tendones** son bandas densas de tejido conectivo fibroso, a veces muy largas, que fijan los extremos de los músculos al hueso y se deslizan hacia atrás y adelante entre los tejidos mientras se produce el movimiento. Para dar cabida a la compleja interacción de los músculos, los tendones y los tejidos circundantes que participan en el movimiento de la articulación, hay unas estructuras especiales en los tejidos blandos que la rodean. Las **bolsas sinoviales** (del latín *bursa* = «saco o bolsa») son sacos fibrosos pequeños con paredes delgadas parecidos a balones colapsados, que contienen una pequeña cantidad de líquido sinovial. Están situados entre la piel y el hueso, rodeados por otras partes de tejido blando alrededor de las articulaciones, donde ruedan hacia atrás y

Los síntomas pueden mantenerse moderados o avanzar hasta la discapacidad total. El tratamiento de la artritis reumatoide incluye distintas variedades de medicamentos: AINE, corticoesteroides, inmunosupresores y oro. La mayoría de ellos se prescribe para atenuar la reacción autoinmunitaria; a veces es necesario el tratamiento quirúrgico para la rehabilitación de una articulación gravemente inflamada.

hacia delante con el movimiento tisular asociado a la actividad de la articulación. Las **vainas tendinosas** son sacos alargados semejantes a las bolsas que envuelven los tendones para suavizar sus movimientos hacia atrás y hacia delante.

Apuntes sobre el caso

6-18 Las radiografías de Maggie revelaron que parte del cartílago que cubría los extremos de sus huesos estaba desgastado. ¿Cómo se llama ese cartílago?

6-19 La lesión de su muñeca también desgarró parte del tejido conectivo que une los huesos de esa articulación. ¿Qué tipo de tejido conectivo une los huesos?

Las articulaciones sinoviales permiten cuatro tipos principales de movimientos

El lenguaje descriptivo especializado es importante para cada campo del conocimiento, incluidos los movimientos articulares, que se dividen en cuatro categorías principales: *deslizamiento, rotación, angular y especial*.

El **deslizamiento** es el movimiento de una superficie plana sobre otra. El movimiento puede producirse en cualquier dirección y generalmente en una distancia corta. Los movimientos entre los huesos cortos de la muñeca y del tobillo son de deslizamiento.

La **rotación** es el movimiento de un hueso alrededor de su eje longitudinal. Por ejemplo, cuando usted mueve la cabeza hacia ambos lados para decir «no», está rotando la vértebra superior alrededor de su eje.

El **movimiento angular** es el incremento o la reducción en el **ángulo** entre los huesos de una articulación. Para describir el movimiento angular, recuerde que todos los movimientos se inician en la posición anatómica estándar (fig. 6-15 A). El incremento o la disminución se refieren al ángulo en relación con el frente del cuerpo. Por ejemplo, el ángulo formado por el muslo y el torso en la articulación de la cadera es de 180°. Al mover el muslo hacia arriba y hacia