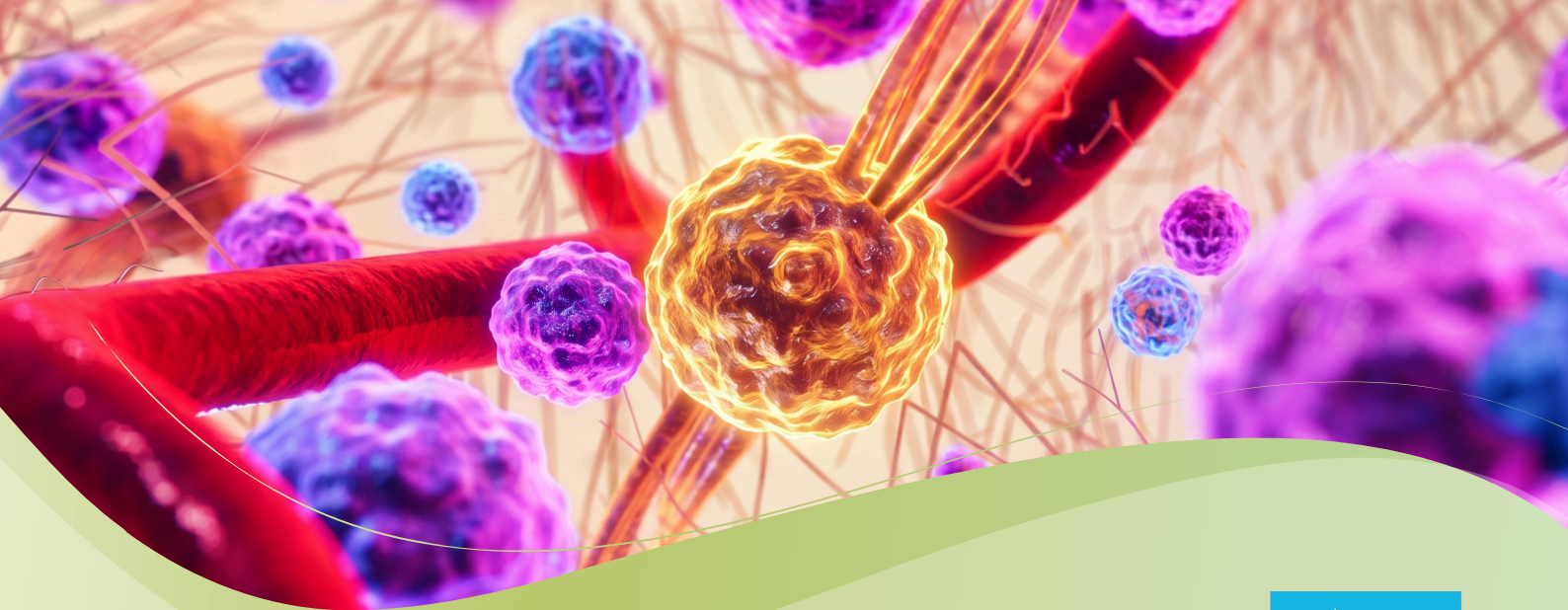


CIENCIA Y TECNOLOGÍA

IIIBM -2026

3° SECUNDARIA

ALUMNO



Prof. Josué Arteaga Núñez



BIOLOGÍA

TERCERO DE SECUNDARIA

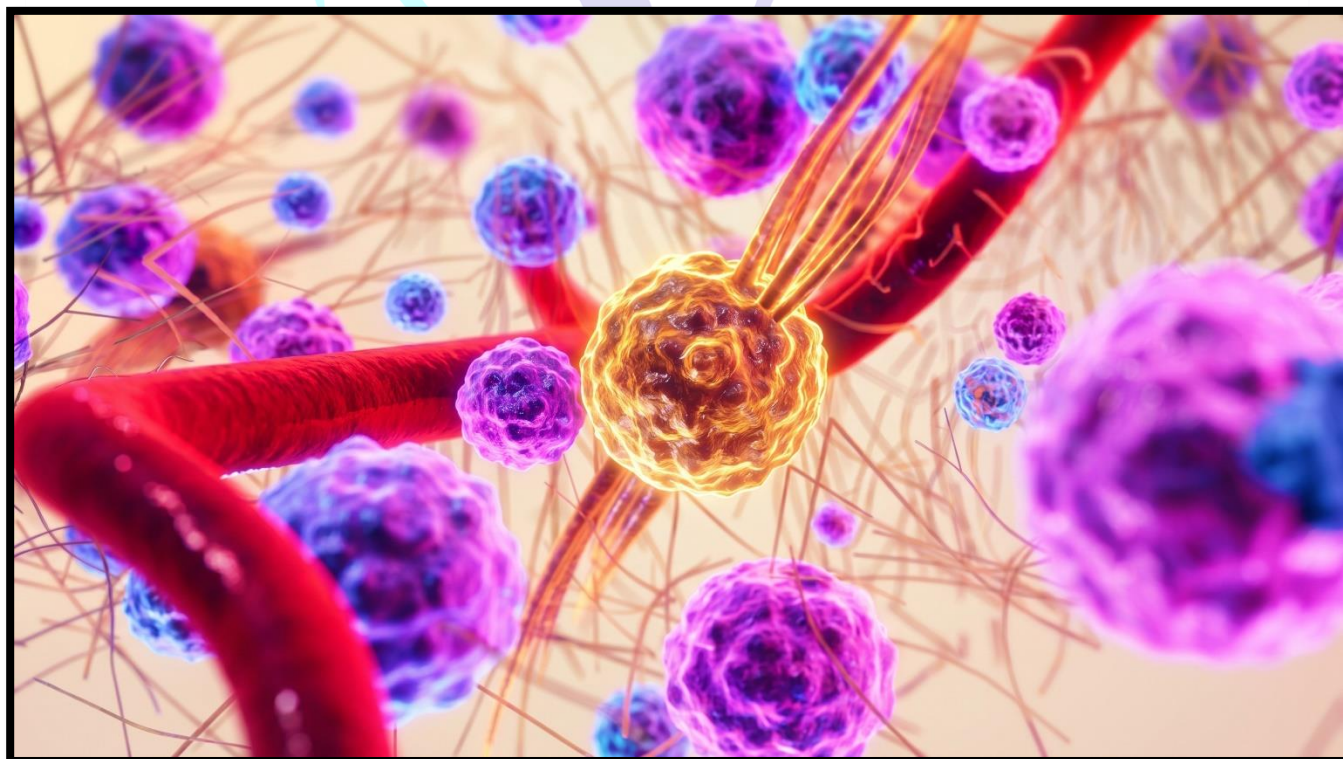
SESIONES DE APRENDIZAJE – III BIMESTRE

Docente:

Josué Arteaga Núñez

Contenido

CICLO CELULAR	1
MEIOSIS	7
GENÉTICA MENDELIANA	12
TEJIDO EPITELIAL Y TEJIDO CONECTIVO	16
SISTEMA TEGUMENTARIO	20
SISTEMA ÓSEO	24
SISTEMA MUSCULAR	31



SESIÓN 01

CICLO CELULAR

PROPÓSITO: Comprender las etapas del ciclo celular y las fases de la mitosis, reconociendo los mecanismos de regulación.

MARCO TEÓRICO

En los organismos pluricelulares, las células son las unidades fundamentales que permiten el crecimiento del cuerpo y el mantenimiento de sus tejidos. A medida que un organismo crece, necesita producir constantemente nuevas células; además, las células que van muriendo por desgaste o por daño deben ser reemplazadas, de modo que se conserven las características morfológicas del individuo y de cada uno de sus tejidos.

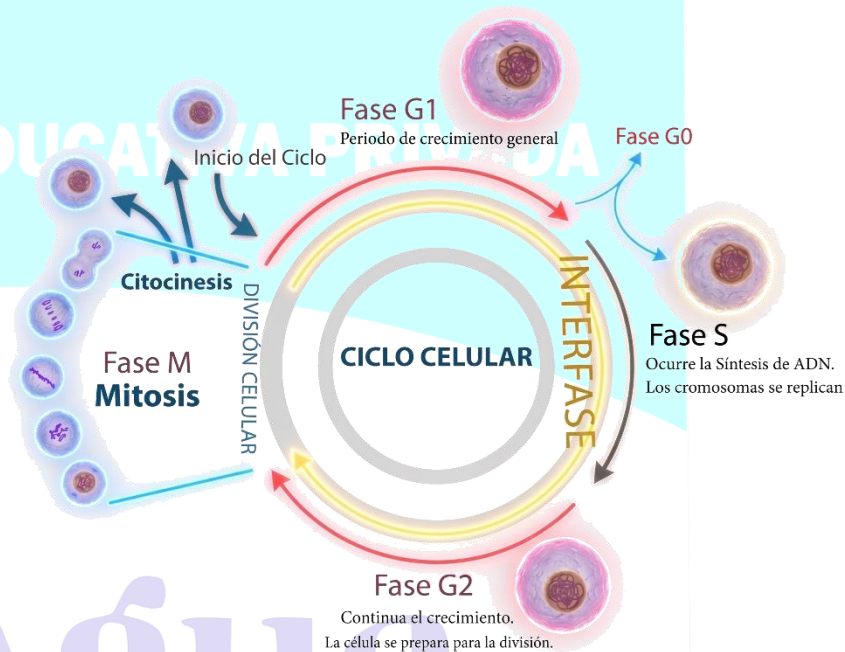
Para lograr esto, las células que participan en el crecimiento y el mantenimiento de los tejidos se dividen constantemente, dando origen a nuevas células. El **ciclo celular** es precisamente la secuencia ordenada de eventos que atraviesa una célula desde que se forma, tras una división, hasta que ella misma se divide para dar origen a dos células nuevas. Este ciclo comprende dos grandes etapas fundamentales: la **interfase** y la **división**.

Un momento clave del ciclo es el **punto de restricción (R)**, ubicado hacia el final de G1: allí la célula «decide», según las señales que recibe del entorno (factores de crecimiento, espacio disponible, nutrientes), si continuará avanzando hacia la división o si, por el contrario, se detendrá y entrará en un estado de reposo.

LA INTERFASE: UNA ETAPA DE INTENSA ACTIVIDAD

Aunque durante mucho tiempo se pensó que la interfase era simplemente un período de «descanso» entre una división y otra, en realidad es la etapa de mayor actividad metabólica del ciclo celular: durante ella, la célula aumenta de tamaño, duplica sus estructuras internas y acumula las reservas necesarias para poder dividirse con éxito. La interfase se subdivide, a su vez, en tres períodos sucesivos.

El **período G1** se caracteriza por un notable incremento del volumen citoplasmático, debido a la formación de nuevas organelas y a una intensa síntesis de proteínas; es, en cierto sentido, la etapa de crecimiento propiamente dicho de la célula. El **período S**, que corresponde a la síntesis de ADN, tiene como evento más importante la **duplicación de la**



cromatina, es decir, la replicación de todo el material genético de la célula. Finalmente, el **período G2** se caracteriza por la acumulación de material energético que la célula necesitará para llevar a cabo la división, además de una revisión final de que la replicación del ADN se haya completado correctamente.

La duración total del ciclo celular varía considerablemente de un tipo celular a otro. En general, los períodos S, G2 y la propia mitosis son relativamente constantes en las distintas células de un organismo, mientras que el período G1 es el más variable de todos, y puede durar desde unas pocas horas hasta días, meses o incluso años, dependiendo del tipo de célula y de las señales que recibe del organismo.

Existen además células que abandonan temporal o permanentemente el ciclo celular activo, entrando en un estado de reposo conocido como **período G0**. Es el caso de las neuronas maduras y de las células musculares cardíacas, que una vez diferenciadas dejan de dividirse durante el resto de la vida del organismo, dedicando toda su actividad a cumplir su función especializada en lugar de prepararse para una nueva división. Otras células, como las del hígado, pueden permanecer en G0 durante mucho tiempo pero conservan la capacidad de reingresar al ciclo si el tejido lo necesita.

LOS PUNTOS DE CONTROL

Para que la división celular ocurra de manera segura, el ciclo celular cuenta con varios «puntos de control» o **checkpoints**, momentos en los que la célula verifica que todo esté en orden antes de continuar hacia la siguiente etapa. Si detecta algún problema, el ciclo se detiene temporalmente para permitir su corrección, o incluso puede activar mecanismos que lleven a la célula a autodestruirse (apoptosis) si el daño es demasiado grave.

El **punto de control G1** (también llamado punto de restricción) verifica que el material genético se encuentre intacto y que la célula haya alcanzado un tamaño adecuado antes de permitir que comience la replicación del ADN en la fase S. El **punto de control G2** revisa que la duplicación del ADN se haya completado sin errores antes de dar paso a la mitosis, evitando que una célula con material genético incompleto o dañado intente dividirse. Finalmente, el **punto de control del huso mitótico** (o punto de control M) verifica, ya durante la propia división, que todos los cromosomas estén correctamente unidos a las fibras del huso acromático antes de permitir que se separen hacia los polos opuestos de la célula, lo cual evita que las células hijas reciban una cantidad incorrecta de cromosomas.

LA REGULACIÓN MOLECULAR

El avance ordenado del ciclo celular a través de sus distintas etapas y puntos de control está dirigido por un conjunto de proteínas reguladoras. Las **ciclinas** son proteínas cuya concentración aumenta y disminuye de manera cíclica a lo largo del ciclo celular, y que se unen a otras proteínas llamadas **quinasas dependientes de ciclina (CDK)**. Por sí solas, las CDK son inactivas; solo cuando se combinan con la ciclina correspondiente forman un complejo activo capaz de «etiquetar» con un grupo fosfato a otras proteínas específicas, activándolas o desactivándolas en el momento preciso para impulsar a la célula de una etapa del ciclo a la siguiente.

Complejo ciclina-CDK	Momento en el que actúa
Ciclina D – CDK4/6	Impulsa el avance a través de la fase G1
Ciclina E – CDK2	Controla la transición de G1 a la fase S
Ciclina A – CDK2	Regula el avance durante la fase S
Ciclina B – CDK1	Dispara el inicio de la mitosis (transición de G2 a M)

Cuando los genes que codifican estas proteínas reguladoras sufren mutaciones, los puntos de control pueden dejar de funcionar correctamente, permitiendo que células con daños en su material genético continúen dividiéndose sin control. Este es, precisamente, uno de los mecanismos moleculares que subyacen al desarrollo del **cáncer**, lo cual explica por qué el estudio de la regulación del ciclo celular resulta tan relevante no solo para la biología básica, sino también para la medicina.

LA DIVISIÓN CELULAR: CARIOCINESIS Y CITOCINESIS

La etapa de división del ciclo celular comprende, a su vez, dos procesos sucesivos. La **cariocinesis** es la división del núcleo celular, es decir, el reparto ordenado del material genético en dos núcleos separados; corresponde a las fases clásicas de la mitosis que se describirán a continuación. La **citocinesis**, en cambio, es la división del citoplasma, el proceso mediante el cual la célula finalmente se separa por completo en dos células hijas independientes, cada una con su propio núcleo, sus propias organelas y su propia porción de citoplasma.

Aunque el mecanismo general de la cariocinesis es muy semejante en las células animales y en las células vegetales, existen algunas diferencias importantes relacionadas con la estructura de cada tipo celular.

En las **células animales**, la mitosis se denomina «astral», ya que los centrosomas (estructuras que no están presentes en las células vegetales) generan a su alrededor un pequeño conjunto de microtúbulos llamado áster, además de las fibras del huso propiamente dichas.

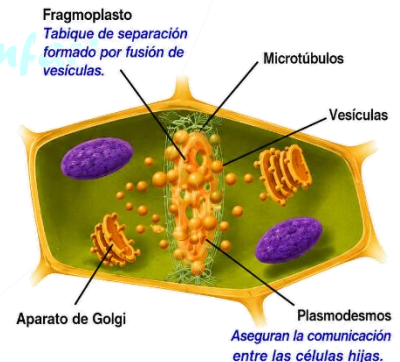
En las **células vegetales**, en cambio, la mitosis es «anastral», pues al carecer de centrosomas, el huso

CITOCINESIS ANIMAL



Existe estrangulamiento del citoplasma.

CITOCINESIS VEGETAL



No existe estrangulamiento del citoplasma.

acromático se organiza a partir de unas regiones llamadas casquetes polares, sin que se forme un áster visible.

Esta diferencia estructural también se refleja en la citocinesis. En las células animales, la separación del citoplasma ocurre gracias a un anillo contráctil de microfilamentos que se ubica en la región ecuatorial de la célula y, al contraerse consumiendo ATP, va profundizando un surco hasta dividir por completo a la célula en dos (cuerpo intermedio o cuerpo de Fleming).

En las células vegetales, la rigidez de la pared celular impide que se forme ese surco; en su lugar, vesículas del complejo de Golgi se acumulan en la región ecuatorial y se fusionan progresivamente para formar una nueva pared entre ambas células hijas, estructura conocida como **fragmoplasto**.

División celular	Célula animal	Célula vegetal
Cariocinesis	Mitosis astral (con áster) – centrosomas	Mitosis anastral (sin áster) – casquetes polares
Citocinesis	Anillo contráctil – cuerpo intermedio (Fleming)	Vesículas de Golgi – fragmoplasto

LA MITOSIS

La **mitosis** es el proceso de división mediante el cual una célula eucariótica diploide origina dos células hijas igualmente diploides ($2n$), genéticamente idénticas entre sí y a la célula original. Esto es posible porque el ADN ya fue duplicado por completo durante la fase S de la interfase; la mitosis se limita a repartir de manera equitativa ese material genético ya duplicado entre las dos células hijas. Tradicionalmente, la mitosis se describe en cuatro (o cinco, si se distingue la prometáfase) fases sucesivas, aunque en realidad constituye un proceso continuo sin interrupciones bruscas entre una fase y otra.

PROFASE Y PROMETAFASE

Durante la **profase** se condensa la cromatina, haciéndose visibles los cromosomas dobles (cada uno formado por dos cromátidas hermanas idénticas, unidas por el centrómero). Al mismo tiempo, se desorganizan tanto el nucléolo como la carioteca (la envoltura nuclear), y los centrosomas, que ya se habían duplicado previamente, comienzan a migrar hacia polos opuestos de la célula, iniciando la formación del huso acromático a partir de una región llamada

centrósfera. Este huso está compuesto por distintos tipos de microtúbulos: polares, astrales y cinetocóricos, estos últimos anclados a una estructura proteica llamada **cinetocoro**, ubicada sobre el centrómero de cada cromosoma.

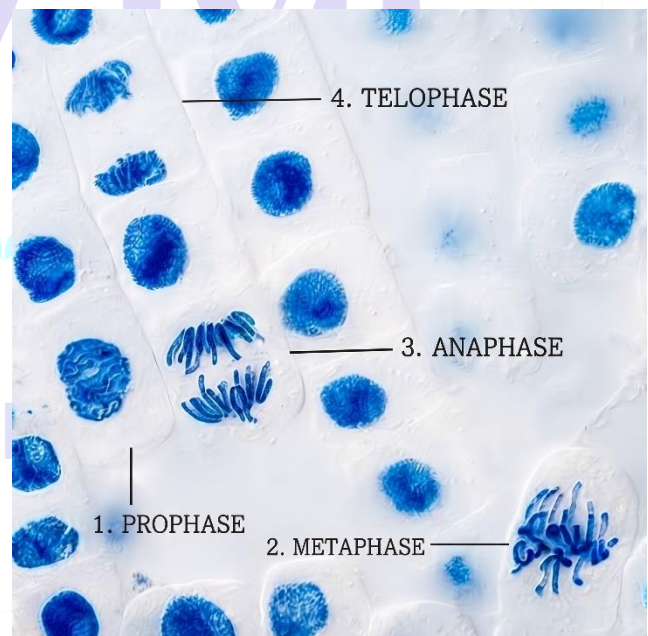
Es habitual distinguir dentro de esta etapa una fase posterior llamada **prometáfase**, durante la cual la carioteca termina de desorganizarse por completo, liberando a los cromosomas hacia el citoplasma. Allí, cada cromosoma comienza a moverse de forma activa y algo desordenada hasta que el huso acromático se conecta finalmente con él a través de los cinetocoros de cada cromátida.

METAFASE

Durante la metafase, los microtúbulos del huso invaden por completo la región central de la célula, y los cromosomas, aún dobles, se desplazan hasta ubicarse exactamente en esa región central, formando una disposición conocida como **placa cromosómica ecuatorial**. Esta cuidadosa alineación es fundamental, ya que garantiza que, al momento de separarse, cada cromátida termine dirigiéndose correctamente hacia uno de los dos polos de la célula.

ANAFASE

La anafase comienza en el momento en que se separan las dos cromátidas hermanas de cada cromosoma, las cuales, a partir de ese instante, pasan a considerarse cromosomas hijos independientes. El alargamiento de las fibras del huso que conectan ambos polos, combinado con

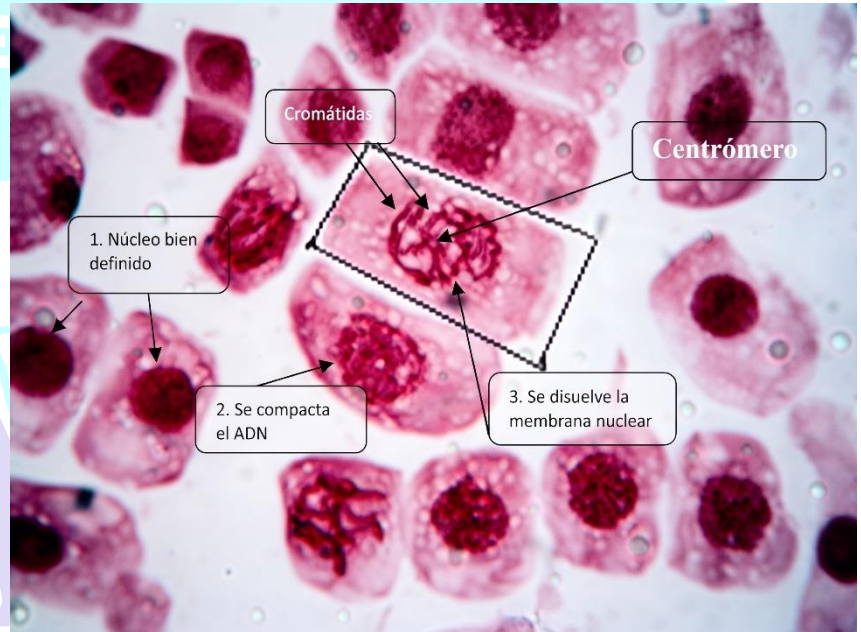


el acortamiento progresivo de las fibras unidas a los cromosomas, ocasiona que estos cromosomas hijos migren hacia los polos opuestos de la célula. Durante este desplazamiento, el centrómero de cada cromosoma se dirige por delante, como si el resto del cromosoma fuera arrastrado por las fibras del huso.

control y por la regulación de las ciclinas y las CDK, es lo que permite que, generación tras generación de células, se mantenga estable la información genética de todo el organismo.

TELOFASE

Una vez que los cromosomas hijos han llegado a los polos opuestos de la célula, comienza la telofase, en la cual ocurren esencialmente los eventos inversos a los observados durante la profase. Los cromosomas se descondensan progresivamente, transformándose de nuevo en delgadas fibras de cromatina; estas quedan rodeadas por fragmentos del retículo endoplasmático, que se fusionan entre sí para reconstruir la carioteca alrededor de cada nuevo núcleo. Al mismo tiempo, vuelven a formarse los nucléolos a partir de los organizadores nucleolares presentes en algunos cromosomas. Al finalizar la telofase, la célula cuenta ya con dos núcleos completamente formados, aunque todavía comparte un único citoplasma.



LA CITOCINESIS

Aunque la telofase ya ha concluido, la célula aún conserva, en su región ecuatorial, un conjunto de fibras interzonales del huso que se entremezclan con numerosas vesículas; toda esta estructura recibe el nombre de **corpo intermedio**. Como se explicó anteriormente, en las células animales es en esta región donde actúa el anillo contráctil de microfilamentos que finalmente separa a la célula en dos, mientras que en las células vegetales es aquí donde se organiza el fragmoplasto que dará origen a la nueva pared celular. Al concluir la citocinesis, el proceso de división celular se ha completado por entero, dando lugar a dos células hijas independientes, cada una con su propio núcleo, su propia membrana y su propia dotación completa de organelas.

IMPORTANCIA BIOLÓGICA DEL CICLO CELULAR

El ciclo celular y, en particular, la mitosis, son procesos esenciales para el crecimiento de los organismos pluricelulares desde el estado de embrión hasta la edad adulta, para la reparación de tejidos dañados (como ocurre al cicatrizar una herida en la piel) y para la renovación constante de tejidos con alta tasa de recambio celular, como la piel, la sangre o el revestimiento del intestino. La precisión de este proceso, garantizada por los puntos de

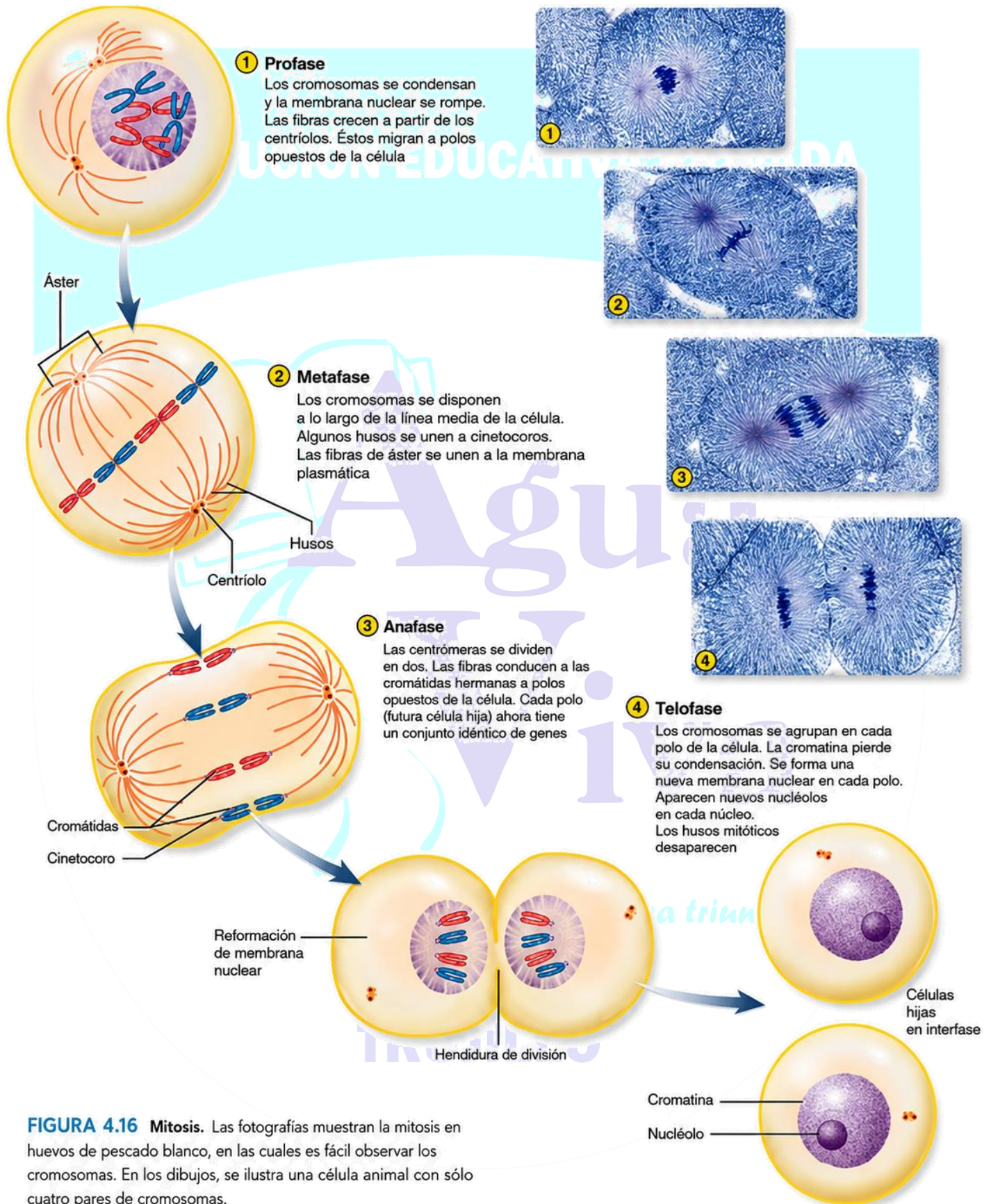


FIGURA 4.16 Mitosis. Las fotografías muestran la mitosis en huevos de pescado blanco, en las cuales es fácil observar los cromosomas. En los dibujos, se ilustra una célula animal con sólo cuatro pares de cromosomas.

PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. Las etapas del ciclo celular son _____ y _____.
2. Son las etapas de la interfase: _____, _____ y _____.
3. El momento en el que la célula decide si continúa o no el ciclo celular se llama _____.
4. La división del núcleo se denomina _____ y la división del citoplasma _____.
5. Las etapas de la mitosis son: _____, _____, _____ y _____.
6. El complejo formado por una ciclina y una CDK actúa «sellando» con un grupo _____ a otras proteínas.
7. Las células que abandonan el ciclo celular activo entran en un estado de reposo llamado _____.

II Preguntas de selección múltiple

I. Las neuronas maduras, que ya no vuelven a dividirse, se encuentran en un estadio denominado:

- a) G1 b) S
- c) G0 d) G2
- e) M

2. En el punto de control ubicado al final de la fase G1 se revisa principalmente que:

- a) El material genético se encuentre intacto
- b) Los cromosomas estén unidos al huso acromático
- c) La repartición del ADN sea adecuada
- d) Los centrosomas se hayan duplicado
- e) El citoplasma se separe correctamente

3. Señale verdadero (V) o falso (F):

I La etapa de mayor duración del ciclo es la M.

II El ADN se duplica en la fase S.

III La duplicación del tamaño celular ocurre principalmente en G2.

- a) FVV b) VFF
- c) FVV d) FVF
- e) FFV

4. La formación del huso acromático es un evento que comienza durante la:

- a) Profase b) Anafase
- c) Metafase d) Telofase

e) Interfase

5. Durante la interfase del ciclo celular eucariótico ocurre la duplicación del material genético. Este evento ocurre durante la fase:

- a) G1 b) G0
- c) G2 d) S
- e) M

6. La estructura proteica que ancla los microtúbulos del huso al centrómero de cada cromosoma se llama:

- a) Centómero b) Cinetocoro
- c) Centrósfera d) Áster
- e) Fragmaoplasto

7. Completa: durante la _____ del ciclo celular

- a) interfase – se produce la cariocinesis
- b) fase G1 – se duplican los centrosomas
- c) fase G2 – el ADN empieza a condensarse
- d) fase S – las células se especializan
- e) fase S – se duplica todo el material genético

8. Las cromátidas hermanas son dos filamentos de cromatina idénticos que se originan durante la etapa _____ de la interfase.

- a) G1 b) S c) G2 d) G0 e) M

9. ¿Cuál es la mejor definición de cariocinesis?

- a) La división de la célula en células hijas
- b) La separación de las cromátidas
- c) La división de los componentes nucleares en dos núcleos
- d) El momento de la separación cromosómica
- e) El período entre la mitosis y la interfase

10. La estructura que permite, en las células vegetales, formar la pared celular entre las dos células hijas se llama:

- a) Cuerpo de Fleming b) Áster c) Fragmaoplasto
- d) Cinetocoro e) Centrósfera

II. El complejo ciclina B – CDK1 es responsable de disparar el inicio de:

- a) La fase S b) La fase G1
- c) La mitosis d) La citocinesis vegetal
- e) El punto de restricción

TAREA PARA CASA: Averigua un ejemplo real de células humanas que permanecen la mayor parte de su vida en G0 (además de las neuronas) y explica por qué les conviene no dividirse.

SESIÓN 02

MEIOSIS

PROPÓSITO: Comprender el proceso de la meiosis y sus dos divisiones sucesivas, identificando en qué consiste cada una de sus fases y reconociendo su importancia como fuente de variabilidad genética en la reproducción sexual.

MARCO TEÓRICO

¿QUÉ ES LA MEIOSIS Y CUÁL ES SU FUNCIÓN?

La **meiosis** es un tipo especial de división celular mediante el cual se forman células hijas con la mitad del número de cromosomas de la célula original; es decir, a partir de una célula diploide ($2n$) se originan cuatro células haploides (n). Este proceso ocurre únicamente en los órganos sexuales de animales y plantas, y es el mecanismo que hace posible la reproducción sexual.

A diferencia de la mitosis, que conserva el número de cromosomas y produce células genéticamente idénticas, la meiosis reduce el número de cromosomas a la mitad y, además, genera células genéticamente distintas entre sí y respecto de la célula original. Esta reducción es indispensable: si los gametos conservaran el número diploide de cromosomas, la fecundación duplicaría el número cromosómico en cada generación.

La meiosis es un proceso que implica necesariamente **dos divisiones sucesivas**. La primera división meiotica (**meiosis I**) es una división reduccional que produce dos células haploides a partir de una sola célula diploide. La segunda división meiotica (**meiosis II**) es una división ecuacional, semejante en su mecánica a la mitosis, que separa las cromátidas hermanas de cada célula haploide formada en la meiosis I.

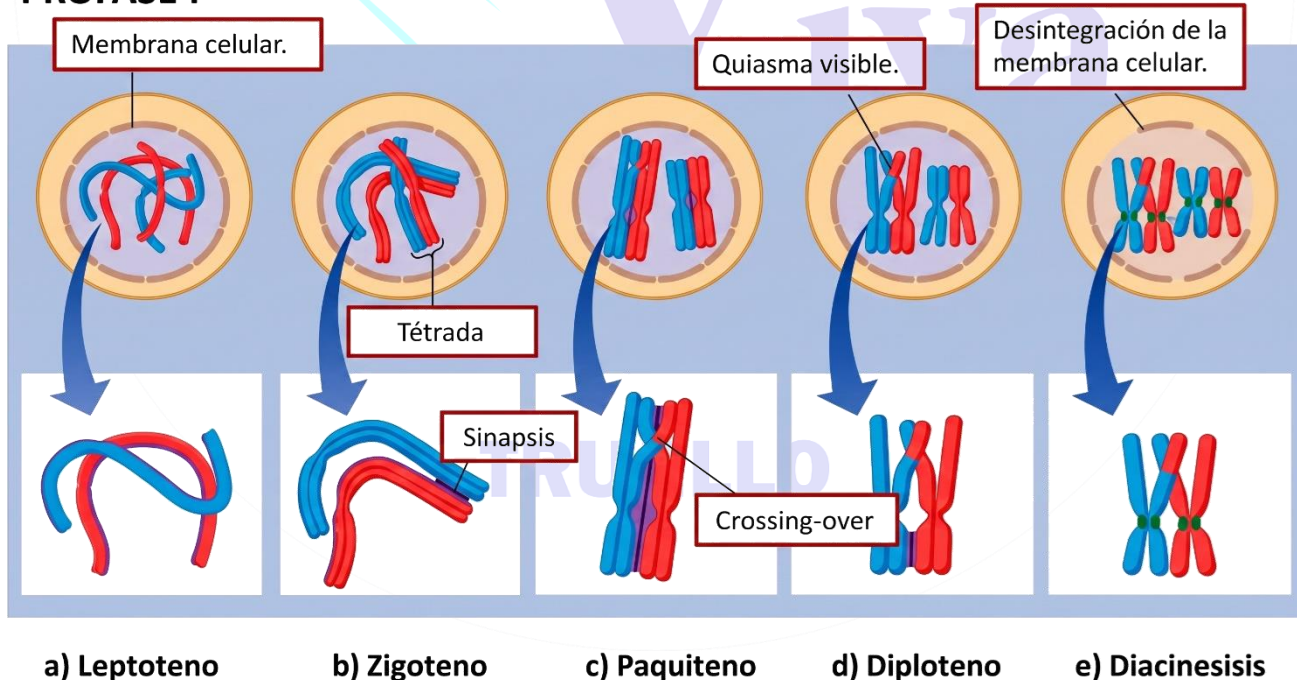
LA MEIOSIS I: DIVISIÓN REDUCCIONAL

En la meiosis I, de una célula ($2n$) se forman dos células (n). Su fase inicial, la **profase I**, es la más compleja y extensa de toda la meiosis: en el ser humano, mientras que la meiosis completa puede tomar alrededor de 24 días, solo la profase I puede durar entre 3 y 14 días. Debido a su complejidad, la profase I se subdivide tradicionalmente en cinco períodos sucesivos: leptonema, zigonema, paquinema, diplonema y diacinesis.

LA PROFASE I: LEPTONEMA, ZIGONEMA Y PAQUINEMA

Durante el **leptonema** (del griego lepto = delgado, nema = filamento) comienza la condensación de la cromatina, que presenta engrosamientos denominados cromómeros. Generalmente, los cromosomas se polarizan adhiriéndose

PROFASE I



por sus extremos a una región de la envoltura nuclear, adoptando la forma de un pequeño ramillete.

En el **zigonema** (zigo = adjunto, unión), los cromosomas homólogos se aparean en un proceso llamado **sinapsis**. Entre los cromosomas apareados se forma una estructura fibrosa proteica llamada **complejo sinaptonémico**, que permite el apareamiento exacto, gen a gen, de los cromosomas homólogos.

Durante el **paquinema** (paqui = grueso), los cromosomas homólogos apareados constituyen **tétradas** (cuatro cromátidas en total, ya que cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas). En esta etapa, los cromosomas homólogos realizan el **crossing-over** (recombinación genética), es decir, intercambian pequeños segmentos de cromatina (genes) entre cromátidas no hermanas. El crossing-over es fundamental porque es una de las principales fuentes de variabilidad genética de los gametos.

LA PROFASE I: DIPLONEMA Y DIACINESIS

En el **diplonema** (diplo = doble), los cromosomas apareados empiezan a separarse, aunque se mantienen unidos en ciertos puntos de intercambio llamados **quiasmas** (kiasma = cruz), que son precisamente las regiones físicas donde ocurrió el crossing-over. Finalmente, en la **diacinesis**, los cromosomas alcanzan su máximo grado de condensación,

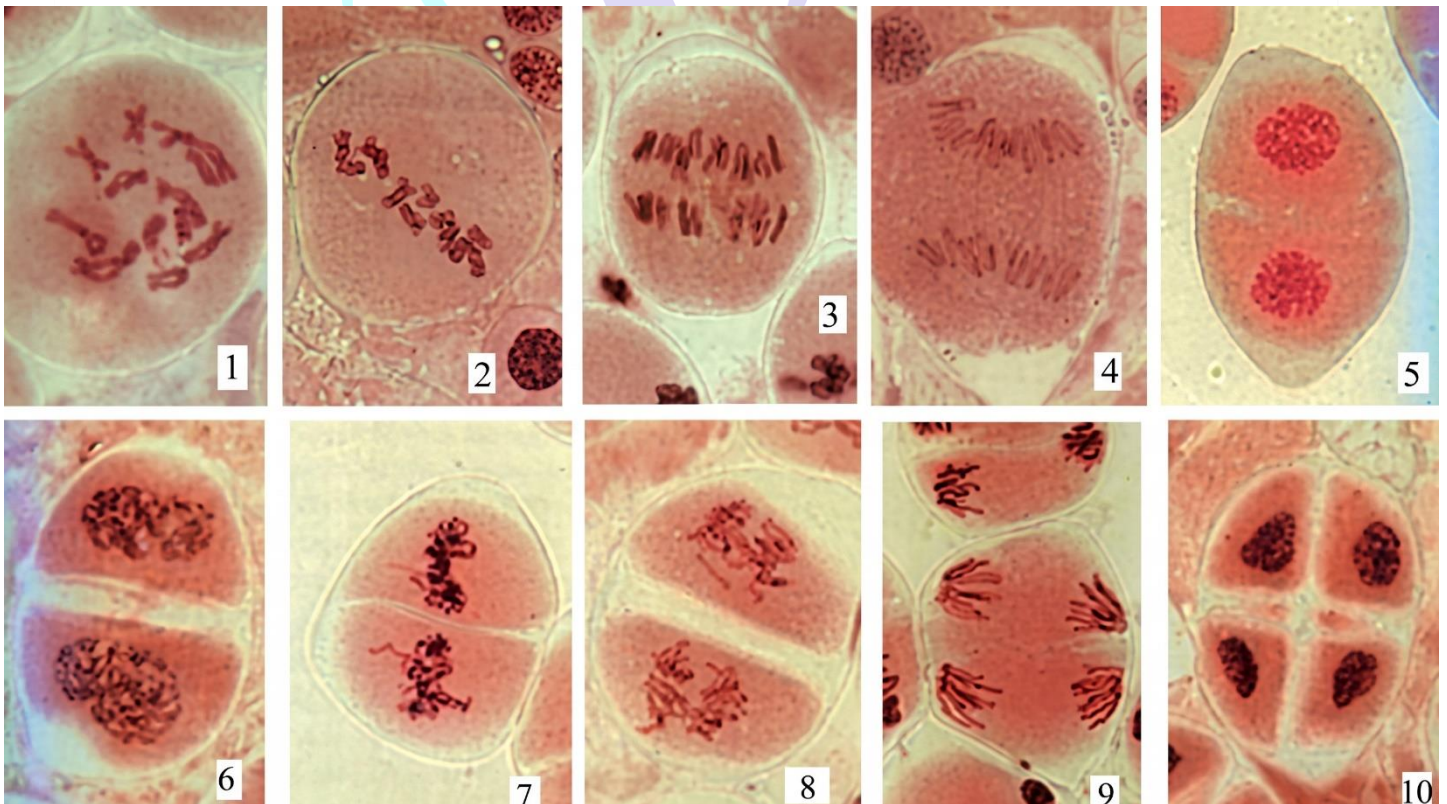
la envoltura nuclear comienza a desintegrarse y los cromosomas homólogos, todavía unidos por los quiasmas, se disponen para migrar hacia la región ecuatorial de la célula.

METAFASE I, ANAFASE I Y TELOFASE I

Durante la **metafase I**, las parejas de cromosomas homólogos (y no los cromosomas individuales, como en la mitosis) se mueven hacia el centro de la célula y se alinean en esa región. Cada cromosoma de la pareja se encuentra unido a las fibras del huso a través de su cinetocoro, formando lo que se conoce como **doble placa ecuatorial**.

En la **anafase I**, los cromosomas homólogos (cada uno aún formado por dos cromátidas hermanas) se separan y migran hacia los polos opuestos de la célula. Esta migración, producida por el acortamiento de las fibras del huso, se denomina **disyunción**. A diferencia de la anafase mitótica, aquí no se separan cromátidas hermanas, sino cromosomas homólogos completos.

Durante la **telofase I**, los cromosomas llegan a los polos opuestos de la célula; se reorganizan la carioteca y los nucléolos alrededor de cada grupo cromosómico. De esta manera se forman dos núcleos haploides. La división nuclear es acompañada por la división citoplasmática, conocida como **citocinesis I**, que da lugar a dos células independientes.



LA INTERCINESIS

Luego de la citocinesis I, las células recién formadas atraviesan un breve período llamado **intercinesis**, comprendido entre el final de la meiosis I y el inicio de la meiosis II. Durante esta etapa, las células aumentan ligeramente su volumen y duplican sus centríolos, pero es importante resaltar que **no vuelve a ocurrir replicación del ADN**, ya que cada cromosoma conserva sus dos cromátidas hermanas provenientes de la fase S original.

LA MEIOSIS II: DIVISIÓN ECUACIONAL

La **meiosis II** origina dos células haploides a partir de cada una de las células haploides formadas durante la meiosis I, por lo que al final del proceso se obtienen **cuatro células haploides** en total. Su mecánica es muy semejante a la de una mitosis común, ya que separa cromátidas hermanas en lugar de cromosomas homólogos.

En la **profase II** se desorganizan la envoltura nuclear y los nucléolos, y se observan cromosomas formados por dos cromátidas unidas a nivel del centrómero; en esta etapa no ocurre recombinación genética. En la **metafase II**, los cromosomas dobles se alinean en la región central de la célula formando una placa ecuatorial sencilla. Durante la **anafase II**, las cromátidas de cada cromosoma se separan y se desplazan hacia los polos opuestos, repartiendo de forma equitativa el ADN. Finalmente, en la **telofase II**, las cromátidas (ahora cromosomas independientes) llegan a los polos celulares y se reconstruyen la envoltura nuclear y los nucléolos, completando así la formación de las cuatro células haploides.

LA GAMETOGÉNESIS: FORMACIÓN DE GAMETOS

La **gametogenesis** es el proceso de elaboración de gametos (espermatozoides y óvulos) a partir de células germinales diploides, mediante meiosis. Este proceso se realiza en los testículos (espermatogenesis) y en los ovarios (ovogenesis).

En la **espermatogenesis**, cada espermatocito de primer orden (diploide) da origen, tras la meiosis I y II, a **cuatro espermatozoides** haploides funcionales de tamaño similar. En la **ovogenesis**, en cambio, la división citoplasmática es desigual: el ovocito primario produce, tras la primera división meiotica, un ovocito secundario grande y un pequeño **cuerpo polar**; tras la segunda división (que solo se completa si ocurre la fecundación), se obtiene un óvulo maduro y otro cuerpo polar. Así, de cada ovocito primario se origina un único óvulo funcional, mientras que los cuerpos polares degeneran.

LA IMPORTANCIA DE LA MEIOSIS: VARIABILIDAD GENÉTICA

La meiosis es la principal fuente de variabilidad genética en la reproducción sexual, gracias a dos mecanismos independientes: el **crossing-over**, que recombina genes entre cromosomas homólogos durante la profase I, y la **distribución al azar de los cromosomas homólogos** hacia cada polo durante la anafase I, conocida como segregación independiente. Junto con la fecundación, que combina al azar los gametos de dos progenitores, estos mecanismos explican por qué los hijos de una misma pareja nunca son genéticamente idénticos entre sí (salvo en el caso de gemelos monocigóticos).

Característica	Mitosis	Meiosis
Número de divisiones	Una	Dos (meiosis I y meiosis II)
Células resultantes	2 células diploides (2n)	4 células haploides (n)
Recombinación genética	No ocurre	Ocurre (crossing-over en profase I)
Similitud genética con la célula madre	Idénticas	Diferentes
Lugar donde ocurre	Todo el cuerpo (células somáticas)	Solo órganos sexuales (células germinales)

MEIOSIS I (primera división)

MEIOSIS II (segunda división)

Profase I temprana

La cromatina se condensa para formar cromosomas visibles; cada cromosoma tiene dos cromátides unidos por un centrómero.

Cromosoma
Núcleo
Centrómero
Centríolos

Profase I media a tardía

Los cromosomas homólogos forman pares denominados tétradas. Las cromátides se dividen a menudo e intercambian segmentos (entrecruzamiento). Los centriolos producen fibras fusiformes. La envoltura nuclear se degenera.

Tétrada
Entrecruzamiento
Fibras fusiformes

Metafase I

Las tétradas se alinean en el plano ecuatorial de la célula con centrómeros adjuntos a fibras fusiformes.

Centrómeros
Cromátides
Plano ecuatorial

Anafase I

Los cromosomas homólogos se separan y migran a polos opuestos de la célula.

Telofase I

Se forman nuevas envolturas nucleares alrededor de los cromosomas; la célula emprende división citoplasmática (citocinesis). Cada célula es ahora haploide.

Surco divisor

Profase II

Las envolturas nucleares se desintegran de nuevo; los cromosomas aún constan de dos cromátides. Se forman nuevos husos.

Metafase II

Los cromosomas se alinean en el plano ecuatorial.

Anafase II

Los centrómeros se dividen; las cromátides hijas migran a polos opuestos de la célula. Cada cromátide constituye ahora un cromosoma de una sola hebra.

Telofase II

Se forman nuevas envolturas nucleares alrededor de los cromosomas; éstos se descondensan y se vuelven menos visibles; el citoplasma se divide.

El producto final es cuatro células haploides con cromosomas de una sola hebra.

PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. La primera división de la meiosis es la división _____ y la segunda es la división _____
2. La meiosis genera variabilidad genética en las células, por eso produce _____
3. El crossing over o recombinación genética se da en la etapa _____ de la profase I.
4. Las etapas de la profase I son: _____, _____, _____ y _____
5. El período comprendido entre la meiosis I y la meiosis II se llama _____
6. Los puntos de unión entre cromosomas homólogos, donde ocurrió el crossing-over, se llaman _____
7. En la ovogénesis, la división citoplasmática desigual produce un óvulo y células pequeñas llamadas _____

II Preguntas de selección múltiple

I. El período comprendido entre la meiosis I y la meiosis II se llama:

- a) Citocinesis b) Cariocinesis
- c) Interfase d) Ciclo celular
- e) Intercinesis

2. Los cromosomas homólogos se aparean e intercambian pequeños segmentos de cromatina durante:

- a) Interfase b) Mitosis
- c) Profase II d) Meiosis II
- e) Paquinema

3. La sinapsis de los cromosomas homólogos ocurre durante la:

- a) Mitosis b) Profase I
- c) Meiosis II d) Interfase
- e) Intercinesis

4. Como resultado de la meiosis I, las células hijas de una célula original de 24 cromosomas tendrán _____ cromosomas cada una, y al final de la meiosis II tendrán _____ cromosomas:

- a) 24 y 24 b) 12 y 12
- c) 12 y 24 d) 24 y 12 e) 6 y 12

5. Con respecto a la meiosis, señale lo correcto:

- a) Luego de la meiosis I se obtienen células diploides
- b) En la meiosis I ocurre el crossing-over
- c) En la anafase II se produce la disyunción de homólogos
- d) El crossing-over se realiza en la telofase I
- e) La meiosis no produce variabilidad

6. Si a partir de una célula diploide se obtienen cuatro células haploides, se dice que ha ocurrido:

- a) Mitosis b) Clonación
- c) Gemación d) Meiosis
- e) Partenogénesis

7. Cuando en la anafase I los cromosomas homólogos no se distribuyen correctamente hacia los polos, lo más probable es que se produzca:

- a) Una mutación puntual
- b) Una anomalía en el número de cromosomas
- c) Una célula normal y otra anormal
- d) Un aumento de variabilidad útil
- e) Que no ocurra la telofase

8. ¿En qué etapa de la meiosis se visualizan por primera vez núcleos haploides?

- a) Citocinesis II b) Profase I
- c) Telofase I d) Intercinesis
- e) Metafase I

9. La reducción a la mitad del material genético (de $2n$ a n) se produce principalmente en:

- a) Profase I b) Profase II
- c) Anafase II d) Intercinesis
- e) Anafase I

10. El factor que permite el intercambio de material genético entre cromosomas homólogos es:

- a) La citocinesis
- b) La reproducción asexual
- c) La presencia de cromosomas homólogos apareados
- d) La separación de cromátidas hermanas
- e) La mitosis

11. En la especie humana, cada espermatocito de primer orden origina, al final de la espermatogénesis:

- a) 1 espermatozoide y 3 cuerpos polares
- b) 2 espermatozoides
- c) 4 espermatozoides funcionales
- d) 4 óvulos
- e) 2 óvulos y 2 espermatozoides

12. La división citoplasmática desigual, que en la ovogénesis produce un óvulo grande y cuerpos polares pequeños, tiene como principal ventaja:

- a) Producir más variabilidad genética b) Concentrar las reservas citoplasmáticas en un solo óvulo viable
- c) Duplicar el número de cromosomas d) Evitar el crossing-over
- e) Acelerar la mitosis posterior

SESIÓN 03

GENÉTICA MENDELIANA

PROPÓSITO: Comprender los conceptos básicos de la genética clásica y las dos leyes de Mendel, aplicándolas a la resolución de cruces monohíbridos y dihíbridos sencillos.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Mucho antes de que existiera la genética como ciencia, distintos pensadores intentaron explicar cómo se transmiten las características de padres a hijos.

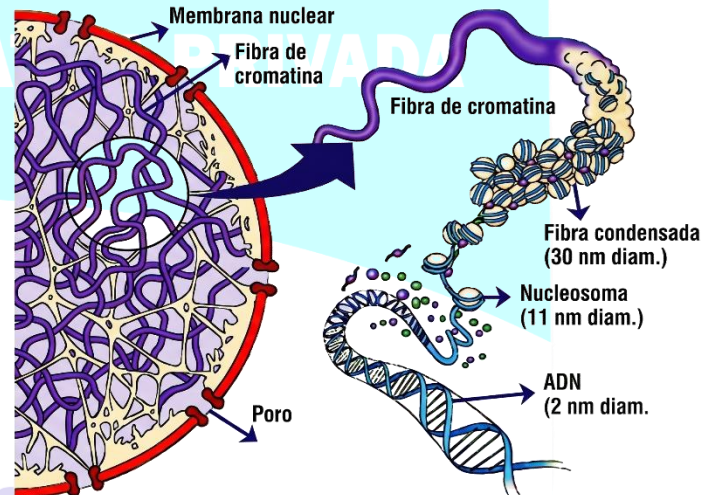
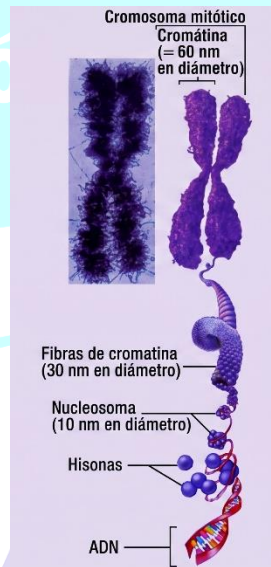
Hipócrates (460 a. C. – 377 a. C.) sostuvo que la herencia pasaba directamente de padre a hijo, afirmando que «el calvo tendrá hijos que serán calvos». Tiempo después, **Aristóteles** (384 a. C. – 322 a. C.) rechazó esta idea y propuso que «el semen tendrá ingredientes de generaciones anteriores», es decir, que la información de los antepasados también se transmitía, y no solo la del padre inmediato. Ambas ideas eran especulativas, pues en esa época no existía aún el concepto de gen.

La **genética** es la ciencia que estudia la variabilidad y la transmisión de las características hereditarias de una generación a otra; es decir, estudia los **genes**. Uno de sus conceptos fundamentales es la **herencia**, que puede resumirse en una sencilla relación: el gen interactúa con el medio ambiente y, como producto de esa interacción, se obtiene la herencia observable en cada individuo (**GEN + MEDIO AMBIENTE = HERENCIA**).

LA CROMATINA Y LOS CROMOSOMAS

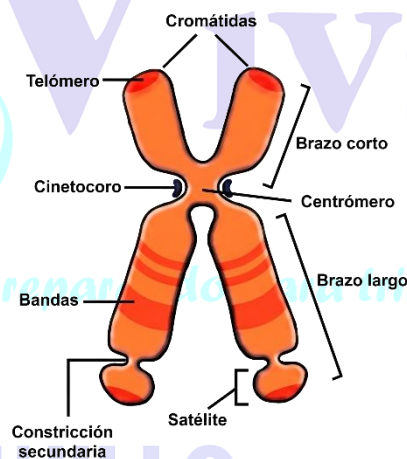
La **cromatina** es la estructura filamentosa que forma los cromosomas; está compuesta por ADN, ARN y proteínas (principalmente histonas). El ADN se enrolla alrededor de las histonas formando **nucleosomas**, que a su vez se compactan progresivamente en fibras cada vez más condensadas, hasta llegar al grado máximo de compactación que corresponde al **cromosoma** visible durante la división celular. Normalmente, el ADN de una célula no se encuentra en su máximo grado de compactación, sino que se condensa únicamente cuando la célula se prepara para dividirse.

El **cromosoma** es entonces el resultado de la duplicación y condensación de la cromatina durante la interfase, y está



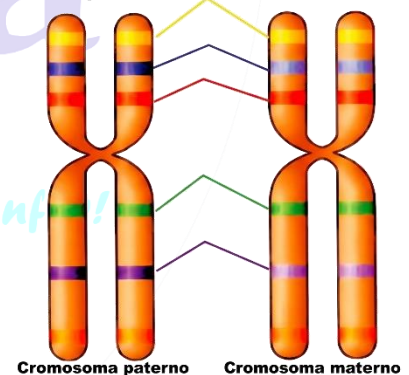
Normalmente el ADN no se encuentra en su máximo grado de compactación

formado por proteínas y ADN. Cada célula somática humana posee 23 pares de **cromosomas homólogos**: en cada par, un cromosoma es de origen paterno y el otro de origen materno; ambos son morfológicamente iguales (mismo tamaño y forma) y genéticamente similares, pues contienen los mismos genes, aunque no necesariamente las mismas versiones de cada gen.



Cromosomas Homólogos

Genes que informan para los mismos caracteres



EL GEN, EL LOCUS Y LOS ALELOS

El **gen**, también llamado **cistrón** (unidad de la herencia), es el segmento de ADN que controla un determinado carácter. Mendel llamaba a los genes «factores de la herencia», ya que en su época se desconocía su naturaleza química; fue Benzer quien introdujo posteriormente el

término **cistrón**, una vez que se conoció cómo funciona el gen a nivel molecular.

El **locus** es el espacio físico donde se encuentra un determinado gen dentro del cromosoma; el plural de locus es **loci**, y hace referencia a un conjunto de posiciones génicas. Un **alelo** es cada una de las «alternativas» o variaciones posibles de un gen determinado. Por ejemplo, el gen que controla el color de la semilla de la arveja puede presentarse como alelo del color amarillo o alelo del color verde.

Los alelos pueden clasificarse en dos tipos. El **alelo dominante** (gen dominante) se expresa tanto en homocigosis como en heterocigosis; es muy expresivo y se representa con letras mayúsculas (A, B, C...); por ejemplo, la semilla amarilla. El **alelo recesivo** (gen recesivo) solo se expresa en homocigosis; es poco o nada expresivo cuando está junto a un alelo dominante, y se representa con letras minúsculas (a, b, c...); por ejemplo, la semilla verde.

Un par de alelos, también llamados **alelomorfos**, cumple siempre estas cuatro condiciones: son un par de genes, uno de origen paterno y otro materno; se ubican en cromosomas homólogos; ocupan el mismo locus en ambos cromosomas; y son responsables de un mismo carácter o rasgo.

HOMOCIGOSIS, HETEROCIGOSIS, GENOTIPO Y FENOTIPO

Un individuo es **homocigoto** cuando posee dos alelos idénticos para un mismo carácter, formando lo que se conoce como línea pura; puede ser homocigoto dominante (ambos alelos dominantes: AA, BB, CC) u homocigoto recesivo (ambos alelos recesivos: aa, bb, cc). En cambio, es **heterocigoto** o híbrido cuando posee dos alelos diferentes para el mismo carácter, uno dominante y otro recesivo (Aa, Bb, Cc).

El **genotipo** es el conjunto de genes que constituye a un organismo, es decir, su composición genética interna. El **fenotipo**, en cambio, es la expresión observable del genotipo, resultado de la interacción entre el genotipo y los factores ambientales (GENOTIPO + FACTORES AMBIENTALES = FENOTIPO). El fenotipo puede clasificarse en externo, cuando es fácilmente observable a simple vista (como el color de ojos o la estatura), o interno, cuando requiere de pruebas específicas para conocerlo (como el grupo sanguíneo).

GREGORIO MENDEL: EL PADRE DE LA GENÉTICA (1822 – 1884)

Johann Mendel, al ingresar como monje agustino, adoptó el nombre de **Gregorio**. Experimentó con guisantes (**Pisum sativum**), también conocidos como arvejas o chícharos, debido a la facilidad de su cultivo, a la claridad de sus caracteres contrastantes y a la gran cantidad de descendientes que producían en poco tiempo.

Luego de ocho años de experimentación, Mendel publicó en 1865 su obra «**Hibridación en plantas**», donde expuso los principios que hoy se conocen como leyes de Mendel, aunque en su época la obra tuvo escasa difusión. Recién en 1900, tres investigadores de forma independiente —Hugo de Vries (Holanda), Karl Correns (Alemania) y Erick von Tschermak (Austria)— redescubrieron sus trabajos, llegando a las mismas conclusiones que Mendel había obtenido décadas antes.

Mendel estudió en la arveja siete caracteres con dos formas contrastantes cada uno: la forma de la semilla (lisa o rugosa), el color de la semilla (amarillo o verde), el color de los pétalos (púrpura o blanco), la forma de la vaina (hinchada o hendida), el color de la vaina inmadura (verde o amarilla), la posición de las flores (axial o terminal) y la longitud del tallo (largo o corto). Para sus cruces, Mendel partió siempre de **líneas puras**: poblaciones que producen descendencia homogénea para el carácter en estudio, ya que todos los descendientes producidos por autopolinización o fecundación cruzada dentro de la población muestran el carácter de la misma forma.

PRIMERA LEY DE MENDEL: LEY DE LA SEGREGACIÓN (MONOIBRIDISMO)

Un cruce **monohíbrido** es aquel en el que participa un solo carácter. Durante la formación de los gametos en la meiosis, los genes alelos se separan o **segregan**, de manera que cada gameto lleva únicamente uno de los dos alelos.

La primera ley sostiene que: «al cruzar dos líneas puras que difieren en un mismo carácter, toda la primera generación (F1) manifiesta el carácter dominante; y al cruzar los híbridos F1 entre sí, el carácter dominante se presenta en la segunda generación (F2) en una relación de 3 a 1 con respecto al carácter recesivo».

Trabajemos con el color de la semilla de arveja, donde el color amarillo (A) es dominante sobre el verde (a). Al cruzar una planta de línea pura amarilla (AA) con una de línea pura verde (aa), todos los gametos de la primera aportan el alelo A y todos los de la segunda aportan el alelo a; por lo tanto, el cien por ciento de la F1 resulta heterocigota (Aa) y,

como el amarillo es dominante, el cien por ciento de la F1 presenta semillas de color amarillo.

Al cruzar dos individuos de la F1 entre sí ($Aa \times Aa$), cada progenitor produce dos tipos de gametos (A y a) en igual proporción. Al combinarlos en un cuadro de Punnett se obtiene la F2 con genotipos en proporción $1 AA : 2 Aa : 1 aa$, lo que equivale, en fenotipo, a una proporción de **3 amarillas por cada 1 verde** (relación 3:1), tal como predice la primera ley.

SEGUNDA LEY DE MENDEL: LEY DE LA SEGREGACIÓN INDEPENDIENTE (DIHIBRIDISMO)

Cuando participan simultáneamente dos o más caracteres, se habla de herencia **dihíbrida** o **polihíbrido**. La segunda ley sostiene que: «al cruzar dos individuos que difieren en dos o más caracteres, estos se transmiten a la descendencia como si estuvieran aislados uno del otro, de manera que en la segunda generación los alelos se recombinan en todas las formas posibles»; esto ocurre porque, durante la meiosis, los genes ubicados en cromosomas distintos se distribuyen de manera independiente entre los gametos.

Como ejemplo, se sabe que en la arveja el color amarillo de la semilla (A) es dominante sobre el verde (a), y la forma lisa (B) es dominante sobre la rugosa (b). Si se cruzan dos líneas puras, una de semilla amarilla y lisa ($AABB$) con otra de semilla verde y rugosa ($aabb$), la primera aporta únicamente gametos AB y la segunda únicamente gametos ab ; por lo tanto, toda la F1 resulta **dihíbrida ($AaBb$)**, heterocigota para ambos caracteres, y su fenotipo es 100% semilla amarilla y lisa.

Al cruzar dos individuos de la F1 ($AaBb \times AaBb$), cada uno produce cuatro tipos de gametos en igual proporción: AB , Ab , aB y ab . Al combinar estos gametos en un cuadro de Punnett de 4×4 se obtiene la F2, cuya proporción fenotípica clásica es **9 amarillas lisas : 3 amarillas rugosas : 3 verdes lisas : 1 verde rugosa** (relación 9:3:3:1), resultado directo de la combinación independiente de los dos caracteres estudiados.

PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

- La herencia es producto de la interacción entre el _____ y el _____.
- Los cromosomas se forman a partir de la condensación de la _____ durante la interfase.

- La unidad de la herencia se llama _____ o _____.
- Un conjunto de locus recibe el nombre de _____.
- El fenotipo es igual a _____ más _____.
- La primera ley de Mendel también se conoce como ley de la _____.
- La segunda ley de Mendel también se conoce como ley de la _____.
- El crossing over o recombinación genética ocurre durante la etapa _____ de la profase I.

II Preguntas de selección múltiple

1. El resultado de la interacción entre los genes de un individuo y el ambiente en que se desarrolla se denomina:

- Holotipo
- Idiotipo
- Cariotipo
- Genotipo
- Fenotipo

2. En un cromosoma, la región específicamente localizada donde se encuentra un gen se llama:

- Locus
- Loci
- Alelo
- Genoma
- Interbanda

3. En los experimentos mendelianos monohíbridos, la F1 es:

- Fenotípicamente uniforme
- Genotípicamente homocigota
- Segrega genotípicamente 3:1
- Segrega fenotípicamente 1:2:1
- Segrega fenotípicamente 9:3:3:1

4. La proporción genotípica esperada en la descendencia de un cruce entre dos heterocigotos ($Aa \times Aa$) es:

- 2:2
- 1:2:1
- 9:3:3:1
- 2:1:2
- 1:3

5. Un individuo de ojos azules está casado con una mujer de ojos oscuros (heterocigota), cuyo padre era homocigoto para ojos azules. ¿Qué proporción de hijos de ojos azules tendrán, si el ojo oscuro es dominante?

- 1/4
- 3/4
- 2/4
- 1/2
- 1/8

6. En ciertas plantas, la forma discoide del fruto domina sobre la esférica, y el color blanco domina sobre el verde. Si se cruzan dos plantas dihíbridas y se obtienen 320 descendientes, ¿cuántas serán aproximadamente blancas discoides, blancas esféricas, verdes discoides y verdes esféricas, respectivamente?

- 200, 50, 50 y 20
- 80, 80, 80 y 80
- 160, 60, 60 y 40
- 180, 60, 60 y 20

e) 180, 60, 60 y 20

7. Si a un individuo dihíbrido (heterocigoto para dos caracteres) se le realiza un cruce de prueba (con un doble homocigoto recesivo), ¿cuántos genotipos distintos aparecerán en la descendencia?

- a) 2 b) 9
c) 8 d) 6
e) 4

8. La planta con la que trabajó Gregorio Mendel para formular sus leyes fue:

- a) *Agaricus campestris* b) *Zea mays*
c) *Pisum sativum* d) *Opuntia ficus-indica*
e) *Cantua buxifolia*

9. Representan, respectivamente, un alelo dominante y un alelo recesivo:

- a) A y b b) ab y c
c) AB y a d) Ab y a
e) b y B

10. Un individuo con genotipo AaBb, al formar sus gametos por meiosis, puede producir como máximo:

- a) Dos tipos de gametos b) Tres tipos de gametos
c) Cuatro tipos de gametos d) Seis tipos de gametos

e) Un solo tipo de gameto

11. Si se cruzan dos individuos dihíbridos MmRr × MmRr, ¿qué proporción aproximada de la descendencia se espera que sea mmrr?

- a) 1/2 b) 1/4
c) 1/8 d) 1/16
e) 3/16

12. El término con el que Benzer designó al gen, una vez conocido su funcionamiento molecular, es:

- a) Locus b) Loci
c) Alelo d) Cistrón
e) Genoma

13. Una población que produce descendencia homogénea para un carácter, sin importar si se autopoliniza o se cruza dentro de ella misma, se denomina:

- a) Híbrido b) Línea pura
c) Heterocigoto d) Alelomorfo
e) Mutante

TAREA PARA CASA: Resuelve en tu cuaderno el cruce AaBb × AaBb utilizando un cuadro de Punnett completo de 4×4 y verifica que obtienes la proporción fenotípica 9:3:3:1.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 04

TEJIDO EPITELIAL Y TEJIDO CONECTIVO

PROPÓSITO: Reconocer las características, funciones y clasificación del tejido epitelial y del tejido conectivo, identificando sus diferencias y su importancia en la organización del cuerpo humano.

MARCO TEÓRICO

La **histología** es la ciencia que se ocupa del estudio de los **tejidos**, es decir, de conjuntos de células que comparten un mismo origen y una misma función. El cuerpo humano está organizado en cuatro tejidos básicos: **epitelial**, **conectivo**, **muscular** y **nervioso**. En esta sesión estudiaremos los dos primeros: el tejido epitelial, que recubre y protege, y el tejido conectivo, que sostiene y une a los demás tejidos del cuerpo.

EL TEJIDO EPITELIAL

El **epitelio** es el tejido formado por una o varias capas de células unidas entre sí que, puestas una junto a otra, recubren todas las superficies libres del organismo y constituyen el revestimiento interno de las cavidades, los órganos huecos y los conductos del cuerpo; asimismo, forman las mucosas y las glándulas.

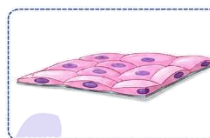
El tejido epitelial se origina a partir de las tres capas germinativas del embrión: el **ectodermo** (que origina los tejidos epitelial y nervioso), el **endodermo** (que forma tejido epitelial) y el **mesodermo** (que da origen a los tejidos epitelial, conectivo y muscular). Esto explica por qué el epitelio puede encontrarse revistiendo estructuras de orígenes embrionarios tan distintos como la piel, el tubo digestivo o los vasos sanguíneos.

CARACTERÍSTICAS

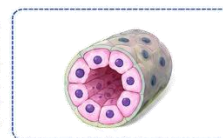
El tejido epitelial presenta cuatro características distintivas. Primero, una fuerte **cohesión celular**, gracias a estructuras de unión como los **desmosomas** y los **hemidesmosomas**, que mantienen a las células firmemente unidas entre sí y ancladas a la base del tejido. Segundo, la presencia de una **lámina basal**, una delgada capa que separa al epitelio del tejido conectivo subyacente. Tercero, es un tejido **avascular**, es decir, carece de vasos sanguíneos propios y se nutre por difusión desde el tejido conectivo vecino. Y cuarto, posee una notable capacidad de **regeneración**, ya que sus células se renuevan constantemente para reponer a las que se desgastan o mueren.

FUNCIONES DEL TEJIDO EPITELIAL

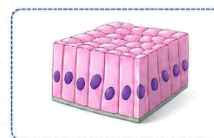
Gracias a su ubicación estratégica en las superficies del cuerpo, el tejido epitelial cumple múltiples funciones: **protección** frente a agentes externos, **secreción** de sustancias (como ocurre en las glándulas), **absorción** de nutrientes (como en el intestino), **recepción sensorial** (como en las papilas gustativas), **excreción** de desechos y **transporte** de sustancias a través de su superficie. Además, algunos epitelios cumplen funciones **germinativas**, de **difusión** (como en los alvéolos pulmonares) y de **lubricación** (como en las serosas que recubren los órganos internos).



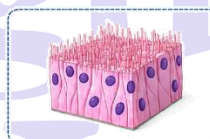
Epitelio simple escamoso



Epitelio simple cúbico



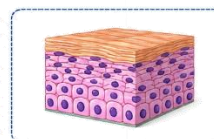
Epitelio simple prismático



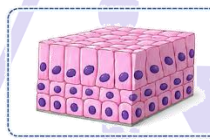
Epitelio pseudoestratificado



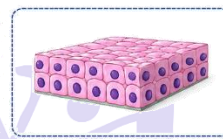
Epitelio estratificado plano



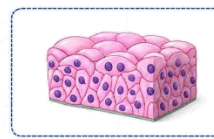
Epitelio estratificado plano queratinizado



Epitelio estratificado prismático



Epitelio estratificado cúbico



Epitelio de transición

EPITELIO SIMPLE O MONOESTRATIFICADO

El **epitelio simple** o **monoestratificado** está formado por una sola capa de células, todas ellas con sus núcleos ubicados a la misma altura. Se reconocen tres tipos, según la forma de sus células: **plano**, **cúbico** y **cilíndrico**.

El **epitelio plano simple** está compuesto por una capa única de células planas firmemente unidas. Se encuentra en los vasos sanguíneos y linfáticos (donde recibe el nombre de **endotelio**), en la cubierta del ovario, en los alvéolos pulmonares, en el asa de Henle, en la cápsula de Bowman del riñón y en el **mesotelio** de las serosas. El **epitelio cúbico simple** reviste los ductos de muchas glándulas endocrinas (como la tiroides), así como los túbulos del riñón y la capa germinativa de la superficie del ovario.

El **epitelio cilíndrico simple** reviste el tracto digestivo desde el cardias, en el estómago, hasta el ano, además de la vesícula biliar y los conductos mayores de las glándulas anexas. Con frecuencia presenta un borde estriado o **microvellosidades**, como ocurre en el intestino delgado, donde estas estructuras aumentan enormemente la superficie de absorción. Cuando este epitelio reviste el útero, los oviductos, los conductos deferentes, los bronquiolos pequeños y los senos paranasales, presenta además **cilios**.

Tipo de epitelio simple	Ubicación principal
Plano (endotelio, mesotelio)	Vasos sanguíneos, alvéolos, cubierta del ovario, serosas
Cúbico	Ductos de glándulas endocrinas, túbulo renales
Cilíndrico (con microvellosidades o cilios)	Tracto digestivo, vesícula biliar, útero, bronquiolos

EPITELIO ESTRATIFICADO O POLIESTRATIFICADO

El **epitelio estratificado** está formado por varias capas de células superpuestas y se ubica en zonas del cuerpo sometidas a un alto desgaste, donde se necesita mayor protección mecánica.

Dentro del **epitelio estratificado plano** existen dos variantes según la presencia o ausencia de queratina. El **epitelio plano estratificado queratinizado** es el que forma la **epidermis** de la piel: en él, las células más superficiales están muertas, y su núcleo y citoplasma han sido reemplazados por **queratina**, una proteína que forma una capa fuerte, resistente a la fricción, impermeable al agua y casi impenetrable para las bacterias. El **epitelio plano estratificado no queratinizado**, en cambio, presenta varias capas de células planas vivas, y se encuentra en las mejillas, la lengua, la faringe, el esófago, las cuerdas vocales verdaderas y la vagina.

Existen también dos variantes menos frecuentes de epitelio estratificado. El **epitelio estratificado cilíndrico** se localiza en pequeñas zonas de la faringe, en algunas partes de la uretra masculina, en algunos conductos excretores mayores y en la conjuntiva ocular. El **epitelio cúbico estratificado** solo se encuentra en los conductos de las glándulas sudoríparas y consta de dos capas de células cúbicas, siendo las más superficiales las de menor tamaño.

EPITELIO PSEUDOESTRATIFICADO Y EPITELIO DE TRANSICIÓN

El **epitelio pseudoestratificado** es, en realidad, un epitelio simple: todas sus células hacen contacto con la lámina basal, pero no todas alcanzan la superficie, lo que da la falsa apariencia de varias capas. Se encuentra en la uretra masculina, el epidídimo y grandes conductos excretores. Su variante más distribuida es el tipo **ciliado**, presente en la mucosa de la tráquea y los bronquios primarios, el conducto auditivo, parte de la cavidad timpánica, la cavidad nasal y el saco lagrimal.

El **epitelio de transición** o **transicional** reviste las vías urinarias, desde los cálices renales hasta la uretra. Se le llama también **polimorfo** porque sus células cambian de forma según el grado de distensión del órgano: se aplanan cuando la vejiga está llena y se vuelven más redondeadas y cúbicas cuando está vacía, lo que le permite estirarse sin dañarse.

EL TEJIDO CONECTIVO: DEFINICIÓN Y COMPONENTES

El **tejido conectivo**, también llamado **tejido conjuntivo (TC)**, es un conjunto heterogéneo de tejidos que comparten un origen común a partir del **mesénquima embrionario**, derivado del mesodermo. A diferencia del epitelio, el tejido conectivo está formado principalmente por matriz extracelular, en la que se encuentran inmersas relativamente pocas células.

La **matriz extracelular** del tejido conectivo tiene dos componentes principales. La **sustancia fundamental (SF)** es un material translúcido, extensamente hidratado y de consistencia gelatinosa, en el que se encuentran inmersas las células, las fibras y otros componentes glucoproteicos en solución. Las **fibras**, por su parte, pueden ser de tres tipos: fibras colágenas, fibras reticulares y fibras elásticas.

Las **fibras colágenas** sirven para resistir estiramientos y están presentes en todo tipo de tejido conjuntivo, en particular en los tendones, los ligamentos y las fascias. Las **fibras reticulares** forman parte de una red de soporte, son inelásticas y envuelven órganos; están compuestas por colágeno tipo III. Las **fibras elásticas**, en cambio, están compuestas por dos proteínas —**elastina** y **fibrilina**—, son más delgadas que las colágenas y abundan en tejidos conectivos laxos; son extremadamente elásticas y están presentes en órganos donde se necesita esta propiedad, como la tráquea, las cuerdas vocales y las paredes de los vasos sanguíneos (por ejemplo, la aorta).

LAS CÉLULAS DEL TEJIDO CONECTIVO

El tejido conectivo alberga distintos tipos celulares, cada uno con una función específica. Los **fibroblastos** participan activamente en el proceso de cicatrización de heridas, produciendo fibras y sustancia fundamental. Los **adipocitos** son células que almacenan grasa como reserva de energía. Los **macrófagos** realizan **fagocitosis**, es decir, engullen y destruyen microorganismos y desechos celulares. Los **glóbulos blancos** o **leucocitos** producen anticuerpos como parte de la respuesta inmunitaria. Finalmente, las **stem cell** o **células madre mesenquimales** tienen la capacidad de convertirse en otros tipos de células según las necesidades del tejido.

CLASES DE TEJIDO CONECTIVO: EL TEJIDO CONECTIVO LAXO

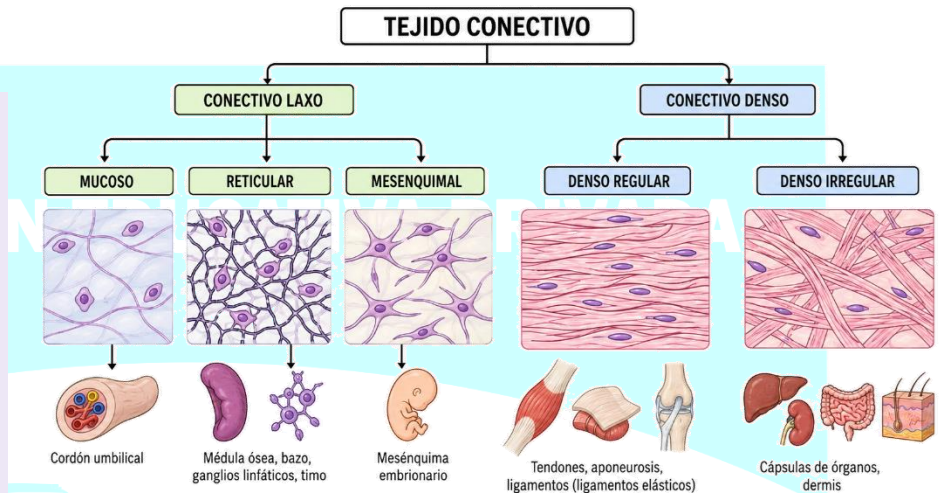
El **tejido conectivo laxo** se caracteriza porque la proporción de células y de componentes extracelulares de la matriz es más abundante que la de componentes fibrilares. Dentro de él se distinguen varios subtipos.

El **tejido conectivo mucoso** es un tejido laxo en el que predomina la sustancia fundamental amorfa, compuesta por **ácido hialurónico**. No es frecuente en el adulto, pero sí se encuentra en el cordón umbilical del recién nacido, formando un material conocido como **gelatina de Wharton**, y en pequeña cantidad en la pulpa de los dientes.

El **tejido conectivo reticular** se caracteriza porque en él abundan las **fibras reticulares argirófilas**, compuestas por colágeno tipo III, que dan un aspecto de entramado de red o malla en el que se distribuyen los fibroblastos. Este tejido compone el estroma de la **médula ósea**, el **bazo**, los **ganglios linfáticos** y el **timo**, dándoles sustento y armazón. El **tejido mesenquimal**, por su parte, compone el mesénquima embrionario, es decir, la totalidad de los tejidos conectivos en diferenciación durante el desarrollo del embrión; es un tejido laxo y rico en células mesenquimales que, al diferenciarse, originan células específicas para cada tipo de tejido conectivo maduro.

CLASES DE TEJIDO CONECTIVO: EL TEJIDO CONECTIVO DENSO

El **tejido conectivo denso** o **fibroso** puede adoptar dos configuraciones básicas: regular e irregular. El **tejido conectivo denso regular** forma los **tendones**, las **aponeurosis**



y los **ligamentos**, estructuras que reciben tracción en la dirección hacia la cual se orientan sus fibras colágenas; estas se disponen de forma ordenada y paralela, lo que proporciona la máxima fortaleza. Algunos ligamentos, como el **ligamento amarillo** de la columna vertebral, necesitan mayor elasticidad y contienen más fibras elásticas que colágenas; se les llama **ligamentos elásticos**.

El **tejido conectivo denso irregular** está presente en las cápsulas del hígado, los ganglios linfáticos, el riñón, el intestino delgado y la dermis; básicamente forma parte de la cápsula de casi todos los órganos, a excepción del páncreas, cuya cápsula es un tejido conectivo areolar laxo. En este tejido se observan fibras de colágeno dispuestas de forma aleatoria y muy poca sustancia fundamental, lo que le da protección contra el estiramiento excesivo de los órganos.

Tipo de tejido conectivo	Ejemplos / ubicación
Laxo mucoso	Cordón umbilical (gelatina de Wharton)
Laxo reticular	Médula ósea, bazo, ganglios linfáticos, timo
Mesenquimal	Tejido embrionario en diferenciación
Denso regular	Tendones, ligamentos, aponeurosis
Denso irregular	Cápsulas de órganos, dermis

IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y CLÍNICA

La **fibrilina** es una glucoproteína fibrilar asociada especialmente a las fibras elásticas y abundante en la lámina basal de los epitelios. El **síndrome de Marfan** es un trastorno hereditario del tejido conectivo que afecta la síntesis normal de fibrilina, debilitando estructuras que dependen de fibras elásticas, como la aorta y los ligamentos. Por otro lado, el **epitelio glandular** forma tanto a las **glándulas endócrinas** (como la tiroides) como a las **glándulas exócrinas** (como las salivales), demostrando que el epitelio no solo cubre superficies, sino que también puede especializarse en la producción de secreciones. En conjunto, el tejido epitelial y el tejido conectivo trabajan de manera complementaria: uno reviste y protege, mientras que el otro sostiene, nutre y da forma a los órganos.

PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. La histología estudia los _____
2. El epitelio deriva de las tres capas germinativas: _____, _____ y _____
3. Las estructuras que dan cohesión a las células epiteliales son los _____ y los _____
4. El epitelio que reviste los vasos sanguíneos se llama _____
5. El epitelio que forma la epidermis de la piel es el epitelio plano estratificado _____
6. El tejido conectivo se origina a partir del _____ embrionario.
7. Las células del tejido conectivo que realizan fagocitosis se llaman _____
8. El síndrome de Marfan afecta la síntesis normal de la proteína llamada _____

II Preguntas de selección múltiple

I. El órgano más grande del cuerpo humano, revestido por epitelio estratificado queratinizado, es:

- a) El páncreas b) El cerebro
- c) La piel d) El corazón
- e) El hígado

2. Es una célula característica del tejido conjuntivo:

- a) Hialina b) Stem cell
- c) Núcleo d) Piel
- e) Colágeno

3. El tejido conjuntivo también es llamado:

- a) Piel b) Condroblasto
- c) Conectivo d) Condrocito

e) Hialino

4. Es un tipo de tejido estudiado por la histología:

- a) Cartilaginoso b) Adipocito
- c) Condrocito d) Neurona
- e) Glóbulo rojo

5. La rama de la biología que estudia los tejidos se llama:

- a) Botánica b) Genética
- c) Histología d) Ecología
- e) Mecánica

6. Las células de forma geométrica regular, firmemente unidas y sin espacio intercelular considerable, son propias del tejido:

- a) Fibroso b) Epitelial c) Denso d) Elástico
- e) Óseo

7. Interviene activamente en el proceso de cicatrización de heridas:

- a) Fibroblastos b) Condroblasto
- c) Epidermis d) Adipocito e) Tejido graso

8. Es un tipo de fibra de la matriz del tejido conectivo:

- a) Esponjosa b) Hialina
- c) Unilocular d) Colágena e) Condrocito

9. Señale una característica propia del tejido epitelial:

- a) Vascularizado b) Rigidez
- c) Avascular d) Tonicidad e) Inerte

10. El tejido conjuntivo propiamente dicho se clasifica en tejido:

- a) Condroblasto b) Laxo y denso
- c) Plasma d) Grasa e) Piel

11. El epitelio que reviste el intestino delgado y presenta microvellosidades es el:

- a) Plano simple b) Cúbico simple
- c) Cilíndrico simple d) Pseudoestratificado
- e) De transición

12. Las fibras elásticas de la matriz extracelular están compuestas principalmente por:

- a) Colágeno y queratina b) Elastina y fibrilina
- c) Actina y miosina d) Melanina y colágeno
- e) Queratina y actina

13. El tejido que reviste las vías urinarias y cambia de forma según el grado de distensión se llama:

- a) Epitelio plano simple b) Epitelio de transición
- c) Epitelio pseudoestratificado d) Epitelio cubico estratificado
- e) Endotelio

SESIÓN 05

SISTEMA TEGUMENTARIO

PROPÓSITO: Reconocer la estructura, las capas, los anexos y las funciones del sistema tegumentario.

MARCO TEÓRICO

El **sistema tegumentario** es el sistema formado por la **piel** y sus estructuras anexas (**pelo**, **uñas** y **glándulas**). Es el órgano más grande del cuerpo humano y actúa como una cubierta protectora que separa el interior del cuerpo del ambiente externo, regulando además la temperatura y permitiendo la percepción de estímulos del entorno.

FUNCIONES GENERALES DEL SISTEMA TEGUMENTARIO

Entre sus funciones principales destacan: **proteger** al cuerpo contra golpes, microorganismos y sustancias químicas; **regular** la temperatura corporal; **eliminar** sustancias de desecho mediante el sudor; **percibir** sensaciones del ambiente, como el tacto, el dolor y la temperatura; **producir vitamina D** con ayuda de la luz solar; y **almacenar** grasa y agua como reserva del organismo.

LA PIEL:

La **piel** es el órgano más grande del cuerpo humano: ocupa aproximadamente **2 metros cuadrados** de superficie y pesa

alrededor de **5 kilogramos**. Su espesor no es uniforme: varía desde apenas 0,5 mm en zonas delicadas, como los párpados, hasta 4 mm en zonas de mayor desgaste, como el talón. Actúa como una barrera que aísla al organismo del medio que lo rodea, protegiéndolo y manteniendo íntegras sus estructuras internas, mientras funciona también como sistema de comunicación sensorial con el entorno.

Desde el punto de vista biológico, la piel se organiza en tres capas principales, ordenadas de superficie a profundidad: la **epidermis**, la **dermis** y la **hipodermis**. De la piel dependen además ciertas estructuras llamadas **anexos cutáneos**: el pelo, las uñas, las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas.

LA EPIDERMIS: CAPA EXTERNA

La **epidermis** es la capa más superficial y delgada de la piel. No posee vasos sanguíneos propios (se nutre por difusión desde la dermis), está formada por varias capas de células y se renueva constantemente. Se distinguen en ella dos regiones: la **capa córnea**, la más externa, formada por células muertas que se desprenden de manera continua, y las **capas internas**, formadas por células vivas que se van desplazando progresivamente hacia la superficie a medida que maduran.

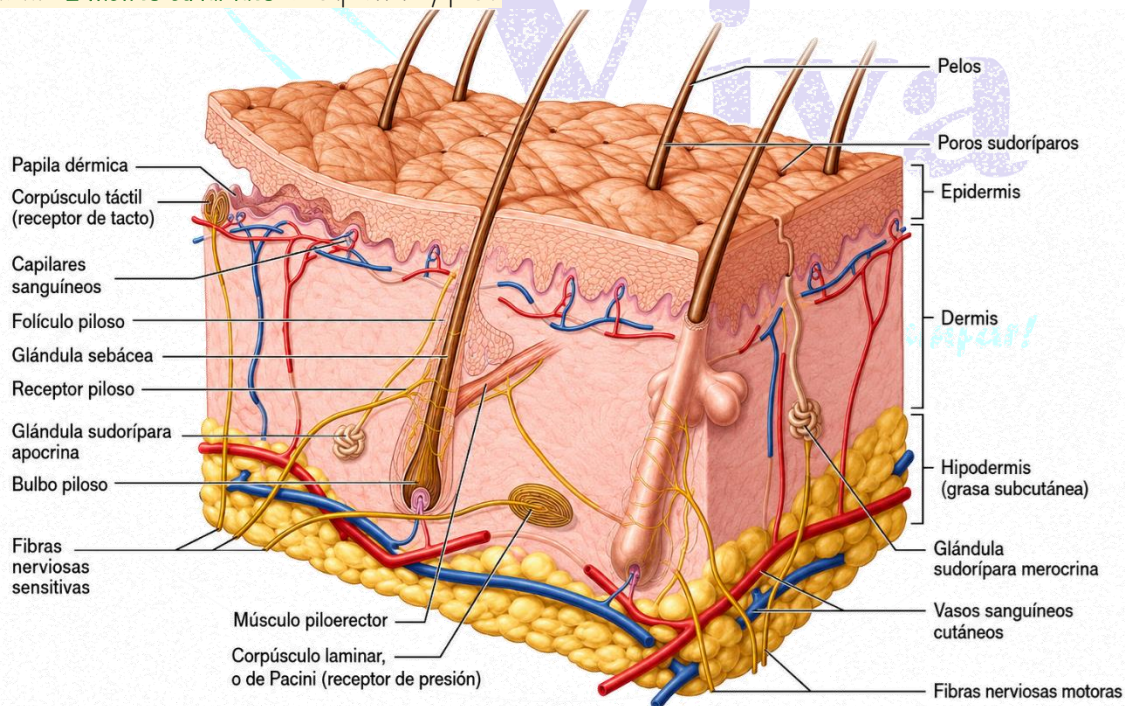


FIGURA 6.1 Estructura del tejido cutáneo y subcutáneo.

En la epidermis destacan dos tipos celulares. Los **queratinocitos** son las células más abundantes y producen **queratina**, la proteína que da resistencia a la piel. Los **melanocitos**, por su parte, producen **melanina**, el pigmento que da color a la piel y la protege de los rayos ultravioleta. Gracias a estas células, la epidermis cumple funciones de barrera protectora impermeable, protección frente a la radiación ultravioleta y prevención de la pérdida de agua del cuerpo.

LA DERMIS: CAPA MEDIA

La **dermis** es más gruesa que la epidermis y, a diferencia de esta, sí contiene **vasos sanguíneos** y **nervios**. Posee fibras de **colágeno** y **elastina** que le dan elasticidad y resistencia a la piel. Dentro de ella se encuentran los **vasos sanguíneos** que la nutren, terminaciones nerviosas y receptores sensoriales, los **folículos pilosos** (raíz del pelo), las **glándulas sudoríparas** y las **glándulas sebáceas**.

En la dermis se ubican distintos **receptores sensoriales**, cada uno especializado en un tipo de estímulo. Los **corpúsculos de Meissner** detectan el tacto suave; los **corpúsculos de Pacini**, la presión profunda; los **corpúsculos de Krause**, el frío; los **corpúsculos de Ruffini**, el calor; y las **terminaciones nerviosas libres**, el dolor. En conjunto, la dermis proporciona resistencia y elasticidad a la piel, la nutre, le da sensibilidad táctil y participa en la termorregulación.

Receptor sensorial	Estímulo que detecta
Corpúsculos de Meissner	Tacto suave
Corpúsculos de Pacini	Presión profunda
Corpúsculos de Krause	Frío
Corpúsculos de Ruffini	Calor
Terminaciones nerviosas libres	Dolor

LA HIPODERMIS: CAPA PROFUNDA

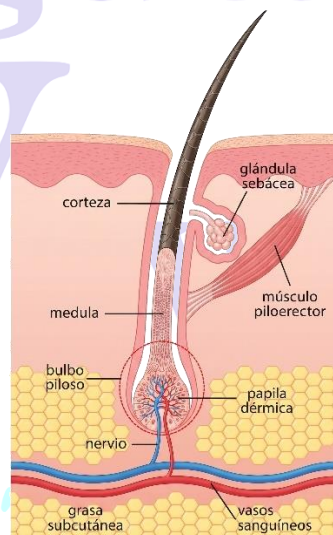
La **hipodermis** o **tejido subcutáneo** es la capa más profunda de la piel. Está formada principalmente por **tejido adiposo** (grasa) y conecta la piel con los músculos y los huesos subyacentes. Sus funciones incluyen actuar como **aislante térmico** (mantiene el calor corporal), servir de **reserva de energía**, amortiguar golpes y **fixar** la piel a las estructuras profundas del cuerpo.

LAS TRES CAPAS DE LA PIEL: UNA COMPARACIÓN

Capa	Característica principal	Función destacada
Epidermis	Avascular, se renueva constantemente	Barrera protectora e impermeable
Dermis	Vascularizada, con nervios y receptores	Sensibilidad, nutrición, elasticidad
Hipodermis	Formada por tejido adiposo	Aislamiento térmico y reserva de energía

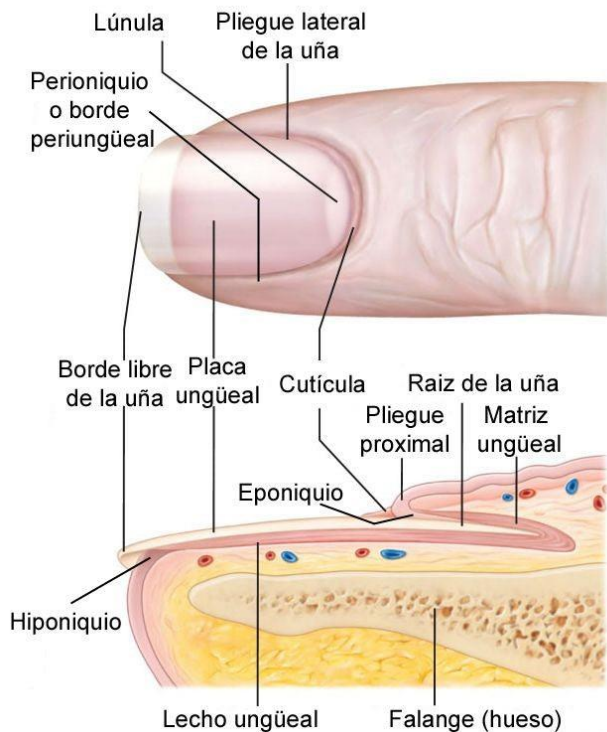
ANEXOS DE LA PIEL: EL PELO

El **pelo** está formado por tres partes: la **raíz**, que está dentro de la piel, alojada en el folículo piloso; el **tallo**, que es la parte visible del pelo que sale al exterior; y el **bulbo piloso**, la parte ensanchada de la raíz donde se produce el crecimiento. El pelo cumple funciones de protección (en el cuero cabelludo, las cejas, las pestañas y la nariz), regulación térmica y percepción sensorial. Su color depende de la cantidad y el tipo de **melanina** que contiene, y crece aproximadamente 1 cm al mes.



ANEXOS DE LA PIEL: LAS UÑAS

Las **uñas** están formadas por células muertas llenas de **queratina**, lo que explica su dureza. Su estructura comprende el **cuerpo de la uña**, la parte visible; la **raíz de la uña**, oculta bajo la piel; la **lúnula**, la media luna blanquecina en la base de la uña; y la **cutícula**, la piel que protege la base de la uña. Entre sus funciones se encuentran proteger las puntas de los dedos, ayudar en la manipulación de objetos pequeños y permitir el rascado.



GLÁNDULAS SUDORÍPARAS Y GLÁNDULAS SEBÁCEAS

Las **glándulas sudoríparas** están distribuidas por casi toda la piel, especialmente en las axilas, las palmas, las plantas y la frente. Constan de una parte secretora en la dermis y un conducto que lleva el sudor a la superficie a través de un poro. Producen **sudor**, compuesto por agua, sales minerales y pequeñas cantidades de desechos. Existen dos tipos: las **ecrinas**, la mayoría, que producen sudor acuoso para enfriar el cuerpo, y las **apocrinas**, ubicadas en axilas y región genital, que producen un sudor más espeso responsable del olor corporal.

Las **glándulas sebáceas** están generalmente asociadas a los folículos pilosos, excepto en las palmas y las plantas. Producen **sebo**, una sustancia grasa que lubrica el pelo y la piel, mantiene la piel flexible y tiene propiedades antimicrobianas. Cuando estas glándulas producen sebo en exceso, los poros pueden obstruirse y causar **acné**, un problema especialmente frecuente durante la adolescencia debido a los cambios hormonales.

FUNCIONES DETALLADAS: TERMORREGULACIÓN Y SENSIBILIDAD

La piel ayuda a mantener la **temperatura corporal** constante, alrededor de 37 °C. Cuando hace calor, los vasos sanguíneos de la piel se **dilatan** (llevando más sangre a la

superficie para perder calor) y las glándulas sudoríparas producen sudor, cuya evaporación enfría la piel. Cuando hace frío, ocurre lo contrario: los vasos sanguíneos se **contraen** para conservar el calor, se produce la llamada «piel de gallina» por la contracción de los músculos erectores del pelo, y se reduce la sudoración.

A través de sus receptores sensoriales, la piel también permite percibir el **tacto**, la **presión**, el **dolor** (como advertencia de un posible daño) y la **temperatura**, tanto el calor como el frío.

FUNCIONES DETALLADAS: EXCRECIÓN Y SÍNTESIS DE VITAMINA D

La piel participa en la **excreción** de desechos a través del sudor, eliminando agua, sales minerales y pequeñas cantidades de **urea**. Además, cuando se expone a la luz solar, la piel produce **vitamina D**, una sustancia esencial para la absorción de calcio, la salud de los huesos y el correcto funcionamiento del sistema inmunológico.

SALUD DE LA PIEL: PROBLEMAS COMUNES

Cuando alguna de las funciones o estructuras de la piel se altera, pueden aparecer distintos problemas cutáneos. El **acné**, como se mencionó, se relaciona con el exceso de producción de sebo por las glándulas sebáceas. Otras afecciones frecuentes son la **dermatitis**, una inflamación de la piel que puede tener distintas causas (alergias, irritantes, infecciones), y la **psoriasis**, una enfermedad crónica en la que las células de la epidermis se renuevan mucho más rápido de lo normal, formando placas escamosas. Cuidar la piel —mediante limpieza, hidratación y protección solar— es clave para prevenir este tipo de trastornos.

PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. El sistema tegumentario está formado por la _____, el _____ y las _____.
2. La _____ es la capa más externa de la piel.
3. Los _____ producen queratina, que da resistencia a la piel.
4. Las _____ producen melanina, que da color a la piel y protege de los rayos UV.
5. La _____ contiene vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y glándulas.
6. La _____ o tejido subcutáneo está compuesta principalmente por tejido adiposo.

7. Las glándulas _____ producen sudor para eliminar desechos y enfriar el cuerpo.
8. Las glándulas _____ secretan sebo para mantener la piel flexible.

II Preguntas de selección múltiple

I. ¿Cuál es el órgano más grande del cuerpo humano?

- a) Corazón b) Piel
c) Pulmones d) Estómago
e) Hígado

2. ¿Qué estructura NO pertenece al sistema tegumentario?

- a) Pelo b) Uñas
c) Glándulas d) Huesos
e) Piel

3. ¿Cuál es la capa más externa de la piel?

- a) Dermis b) Hipodermis
c) Epidermis d) Subcutis
e) Fascia

4. ¿Qué célula produce queratina en la epidermis?

- a) Melanocito b) Queratinocito
c) Adipocito d) Neurona
e) Fibroblasto

5. ¿Cuál es la función principal de los melanocitos?

- a) Regular la temperatura corporal b) Producir melanina y proteger del sol
c) Secretar sebo d) Reemplazar células muertas
e) Producir sudor

6. ¿Qué capa de la piel contiene vasos sanguíneos y nervios?

- a) Epidermis b) Dermis
c) Hipodermis d) Capa córnea
e) Cutícula

7. La hipodermis está formada principalmente por:

- a) Tejido adiposo b) Células óseas
c) Células nerviosas d) Colágeno
e) Queratina

8. ¿Qué función cumple la hipodermis?

- a) Excreción de sudor b) Aislamiento térmico y reserva de energía
c) Producción de melanina d) Percepción del dolor
e) Síntesis de vitamina D

9. ¿Cuál es la función principal de las glándulas sudoríparas?

- a) Lubricar la piel
b) Eliminar desechos y regular la temperatura
c) Producir sebo
d) Transportar oxígeno
e) Producir melanina

10. ¿Qué glándulas producen sebo para mantener la piel flexible?

- a) Sudoríparas b) Sebáceas
c) Endocrinas d) Digestivas
e) Mamarias

II. El exceso de producción de sebo puede causar principalmente:

- a) Dermatitis b) Acné
c) Psoriasis d) Urticaria
e) Vitiligo

12. Los receptores de Meissner son sensibles al:

- a) Frío b) Tacto suave
c) Dolor d) Calor
e) Presión profunda

13. Los corpúsculos de Pacini responden principalmente a:

- a) Presión profunda
b) Luz
c) Sonido
d) Movimiento
e) Temperatura

TAREA PARA CASA: Investiga dos enfermedades o problemas comunes de la piel, como el acné, la dermatitis o la psoriasis, y describe sus causas y síntomas principales en tu cuaderno.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 06

SISTEMA ÓSEO

PROPÓSITO: Reconocer la importancia, las funciones y la clasificación de los huesos, e identificar la ubicación de los principales huesos del esqueleto axial y apendicular en el cuerpo humano.

MARCO TEÓRICO

EL ESQUELETO HUMANO

El **esqueleto humano** está formado por el conjunto de huesos que son órganos blanquecinos, duros y resistentes. En el cuerpo humano adulto existen aproximadamente **206 huesos**. Durante la vida fetal, el esqueleto es una estructura **osteocartilaginosa**, formada principalmente por cartilago, que progresivamente es reemplazada por tejido óseo a través del proceso de osificación.

FUNCIONES DEL SISTEMA ÓSEO

El sistema óseo cumple seis funciones fundamentales. La función de **sostén** consiste en sostener los tejidos blandos del cuerpo. La función de **protección** permite proteger órganos nobles frente a lesiones, como el cráneo protege al encéfalo. La función de **movimiento** se cumple porque los huesos sirven de inserción para los músculos esqueléticos, que al contraerse generan desplazamiento.

Además de sostén, protección y movimiento, los huesos cumplen tres funciones metabólicas muy importantes. La **homeostasis mineral** consiste en almacenar calcio (Ca^{2+}) y fósforo, minerales esenciales para la contracción muscular y la actividad nerviosa. La **producción de células sanguíneas** ocurre en la médula ósea roja, donde se producen los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas, mediante un proceso llamado **hematopoyesis**. Finalmente, el **almacén de energía** se da en la médula ósea amarilla, que almacena grandes reservas de energía química gracias a que allí se encuentran, fundamentalmente, **células adiposas**.

CLASIFICACIÓN DE LOS HUESOS SEGÚN SU FORMA

Los **huesos largos** son aquellos en los que predomina la longitud sobre el ancho y el espesor. Están formados por una **diáfisis** (el cuerpo del hueso), dos **epífisis** (los extremos del hueso) y la **metáfisis** (la zona de unión entre la epífisis y la diáfisis). Entre los huesos largos se encuentran el fémur, la tibia, el peroné, las falanges, el húmero, el cúbito y el radio.

Los **huesos cortos** tienen un volumen restringido, con sus tres ejes semejantes entre sí, y presentan una forma vagamente cuboidea. Están formados por hueso esponjoso, cubierto en su superficie por una capa fina de hueso compacto; ejemplos de ellos son los huesos cortos del **carpo** (muñeca) y del **tarso** (tobillo).

Los **huesos planos** son generalmente finos y están formados por dos capas casi paralelas de hueso compacto que encierran una capa de hueso esponjoso; constituyen las paredes de las cavidades craneanas y orbitarias, y cumplen función de protección, además de formar amplias superficies de inserción muscular, como ocurre con la escápula, el coxal y el occipital. Los **huesos irregulares** son aquellos que no se pueden incluir fácilmente en los otros tipos; incluyen muchos de los huesos del cráneo, las vértebras y el sacro, y están formados en su mayoría por hueso esponjoso envuelto por una delgada capa de tejido compacto. Por último, los **huesos sesamoideos** son inconstantes y deben su nombre a sus reducidas dimensiones; se encuentran en articulaciones como la metacarpo-falángica del pulgar, y algunos sirven para modificar el ángulo de tracción de un tendón.

Tipo de hueso	Característica y ejemplo
Largo	Predomina la longitud; fémur, tibia, húmero
Corto	Forma cuboidea; huesos del carpo y tarso
Plano	Dos capas compactas con hueso esponjoso interior; escápula, occipital
Irregular	Forma variable; vértebras, huesos del cráneo, sacro
Sesamoideo	Pequeño, inconstante; rotula, huesos del pulgar

EL CRECIMIENTO Y LA REMODELACIÓN DE LOS HUESOS

En el momento del nacimiento, los huesos no se hallan totalmente calcificados. Durante la infancia y la adolescencia tiene lugar el crecimiento corporal, gobernado fundamentalmente por el crecimiento de los huesos. Estos presentan en sus extremos una zona llamada **cartilago de crecimiento**, a partir de la cual se va formando el tejido óseo nuevo que determina el crecimiento en longitud. Entre

los 20 y los 25 años se produce la osificación total del cartílago de crecimiento, y este se detiene; el proceso está regulado por factores genéticos y hormonales.

El hueso no es una estructura estática: se halla en continua formación y destrucción. Para ello posee dos tipos celulares con funciones opuestas: los **osteoblastos**, células formadoras del hueso, y los **osteoclastos**, células que lo destruyen para impedir un excesivo grosor del mismo. En caso de fractura, los osteoclastos destruyen los fragmentos de hueso dañado y los osteoblastos generan tejido óseo nuevo para repararlo. El desarrollo y fortalecimiento del hueso dependen, además, de la **vitamina D**, que regula el metabolismo del calcio; esta vitamina se encuentra en el aceite de hígado de bacalao, el atún, la leche y los huevos, y también se sintetiza en la piel gracias a los rayos ultravioleta del sol.

DIVISIÓN DEL SISTEMA ÓSEO

El esqueleto humano, formado por 206 huesos, se agrupa en dos grandes divisiones: el **esqueleto axial**, que forma el eje central del cuerpo (cabeza, columna vertebral y tórax), y el **esqueleto apendicular**, formado por las cinturas y las extremidades.

Región del esqueleto	Huesos principales	Nº de huesos
Cabeza	Cráneo (8) y cara (14)	22
Hioides	Hueso único de la garganta	1
Huesecillos del oído medio	Martillo, yunque, estribo (x2)	6
Columna vertebral	Cervicales, dorsales, lumbares, sacro, coccix	26
Tórax	Esterón y costillas	25
Cintura escapular	Clavícula y omóplato (x2)	4
Extremidades superiores	Húmero, cubito, radio, carpo, metacarpo, falanges	60
Cintura pélvica	Coxal (x2)	2
Extremidades inferiores	Fémur, peroné, tibia, rotula, tarso, metatarso, falanges	60

ESQUELETO AXIAL: LOS HUESOS DE LA CABEZA

La cabeza ósea se divide en dos partes: el **cráneo**, la caja ósea posterior que contiene al encéfalo, y la **cara**, la parte anterior que aloja a la mayoría de los órganos de los sentidos y sostiene a los de la masticación. El cráneo está formado por ocho huesos planos muy resistentes: los dos **parietales**, ubicados en las áreas laterales superiores; los dos **temporales**, en la parte inferior, que protegen los órganos del oído y del equilibrio; el **frontal**, que da forma a la frente y presenta las cavidades orbitarias donde se alojan los globos oculares; y el **occipital**, situado en la parte posterior e inferior, que presenta el agujero occipital por donde pasa la médula espinal.

Completan el cráneo el **etmoides**, un pequeño hueso que forma parte de la pared externa de las fosas nasales, y el **esfenoides**, que en la base del cráneo aloja a la glándula **hipófisis**. Los huesos de la cara se dividen en dos mandíbulas: la superior, formada por dos huesos fijos, los **maxilares superiores**, y la inferior, formada por un único hueso articulado, el **maxilar inferior**, cuya principal función es la masticación.

ESQUELETO AXIAL: LOS HUESOS DE LA COLUMNA VERTEBRAL

La **columna vertebral**, eje y soporte de nuestro cuerpo, está formada por 33 o 34 vértebras superpuestas en forma regular, que en conjunto delimitan el **conducto raquídeo**, donde se aloja la médula espinal. Se distribuyen en cinco regiones: **7 cervicales**, las menos gruesas y de mayor movilidad (la primera, el **atlas**, y la segunda, el **axis**, permiten los movimientos del cuello); **12 dorsales**, correspondientes a la zona de la espalda; **5 lumbares**, en la zona de la cintura; **5 sacras**, soldadas entre sí formando el **sacro**; y **4 o 5 coccígeas**, también fusionadas, que forman el **cóccix**.

Vista de perfil, la columna presenta una serie de curvaturas naturales: las de concavidad posterior se denominan **lordosis** y las de convexidad posterior, **cifosis**. En condiciones normales existen cifosis a nivel dorsal y sacrococcígeo, y lordosis a nivel cervical y lumbar. Estas curvaturas ayudan a distribuir el peso del cuerpo y a absorber impactos durante el movimiento.

ESQUELETO AXIAL: LOS HUESOS DEL TÓRAX

El **tórax** es la parte superior del tronco y el esqueleto que protege esta región del cuerpo, donde se alojan principalmente los pulmones y el corazón; en conjunto forma la **caja torácica**. Los principales huesos que le dan forma son las **costillas** y el **esterón**. Las costillas están formadas por 24 huesos largos y estrechos, unidos en la

espalda a la columna vertebral. Las siete primeras se llaman **costillas verdaderas**, porque se articulan directamente con el esternón a través de su cartílago; las cinco últimas son **costillas falsas**, y de ellas, la undécima y la duodécima se llaman **costillas flotantes**, porque se encuentran libres en toda su extensión. El **esternón** es un hueso largo y plano, de unos 15 a 20 cm de longitud, que se articula con las dos clavículas y con las siete costillas verdaderas.

ESQUELETO APENDICULAR: CINTURA ESCAPULAR Y EXTREMIDADES SUPERIORES

El miembro superior está formado por cuatro segmentos. El **hombro** está constituido por dos huesos: la **clavícula**, por delante, y el **omóplato** o **escápula**, por detrás, que sirve de inserción a importantes elementos musculares y ligamentos. El **brazo** solo posee el **húmero**, un hueso largo cuya epífisis inferior contribuye a la articulación del codo.

El **antebrazo** está formado por dos huesos paralelos: el **cúbito**, que se articula con el húmero a la altura del codo, y el **radio**, situado por fuera del cúbito, que también se articula con el húmero; durante la rotación de la muñeca, el radio se cruza con el cúbito formando una X. Finalmente, la **muñeca**, la **mano** y los **dedos** están formados por un total de 27 pequeños huesos, agrupados en **carpianos**, **metacarpianos** y **falanges**.

LA CINTURA PÉLVICA Y LAS EXTREMIDADES INFERIORES

La **pelvis** o cadera está formada por la unión de los dos huesos **coxales**, el **sacro** y el **cóccix**. La pelvis masculina es más gruesa que la femenina, pero esta última es más ancha y está más inclinada, adaptación que facilita el paso del feto durante el parto.

Los miembros inferiores se dividen en cuatro segmentos: la cadera (considerada parte de la cintura pélvica), el **muslo**, formado únicamente por el **fémur** (el hueso más largo del cuerpo humano); la **pierna**, formada por dos huesos largos, la **tibia** y el **peroné**, que se articulan con la rodilla y el tobillo, y donde la **rótula**, un hueso corto y aplanado, permite la flexión y extensión de la pierna; y el **pie**, que comprende 26 huesos dispuestos en tres grupos, entre los que destaca el **calcáneo**, el hueso de mayor tamaño del pie, que forma el talón.

LAS ARTICULACIONES

Las **articulaciones** son las zonas de unión entre los huesos o cartílagos del esqueleto. Se clasifican en tres tipos según su movilidad: las **sinartrosis**

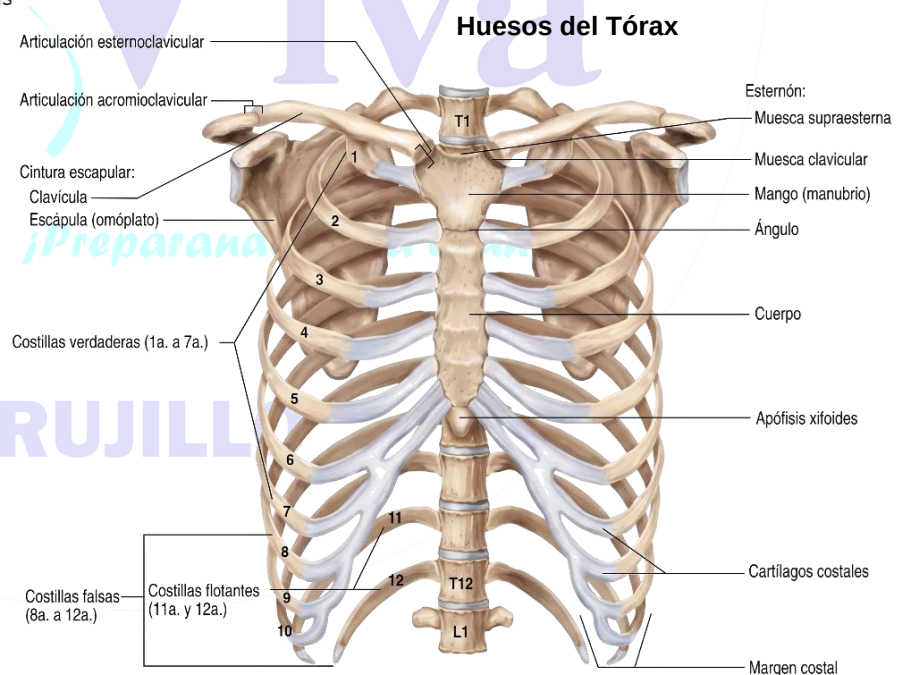
son articulaciones rígidas, sin movilidad, como las que unen los huesos del cráneo; las **sinfisis** presentan movilidad escasa, como la unión de ambos pubis; y las **diartrosis** son articulaciones móviles, como las que unen los huesos de las extremidades con el tronco (hombro, cadera).

Las articulaciones móviles tienen una capa externa de cartílago fibroso y están rodeadas por ligamentos resistentes. Sus extremos óseos están cubiertos con cartílago liso y lubricados por un fluido espeso llamado **líquido sinovial**, producido por la **membrana sinovial**. La **bursitis**, o inflamación de las bolsas sinoviales, es un trastorno doloroso y frecuente en las articulaciones móviles.

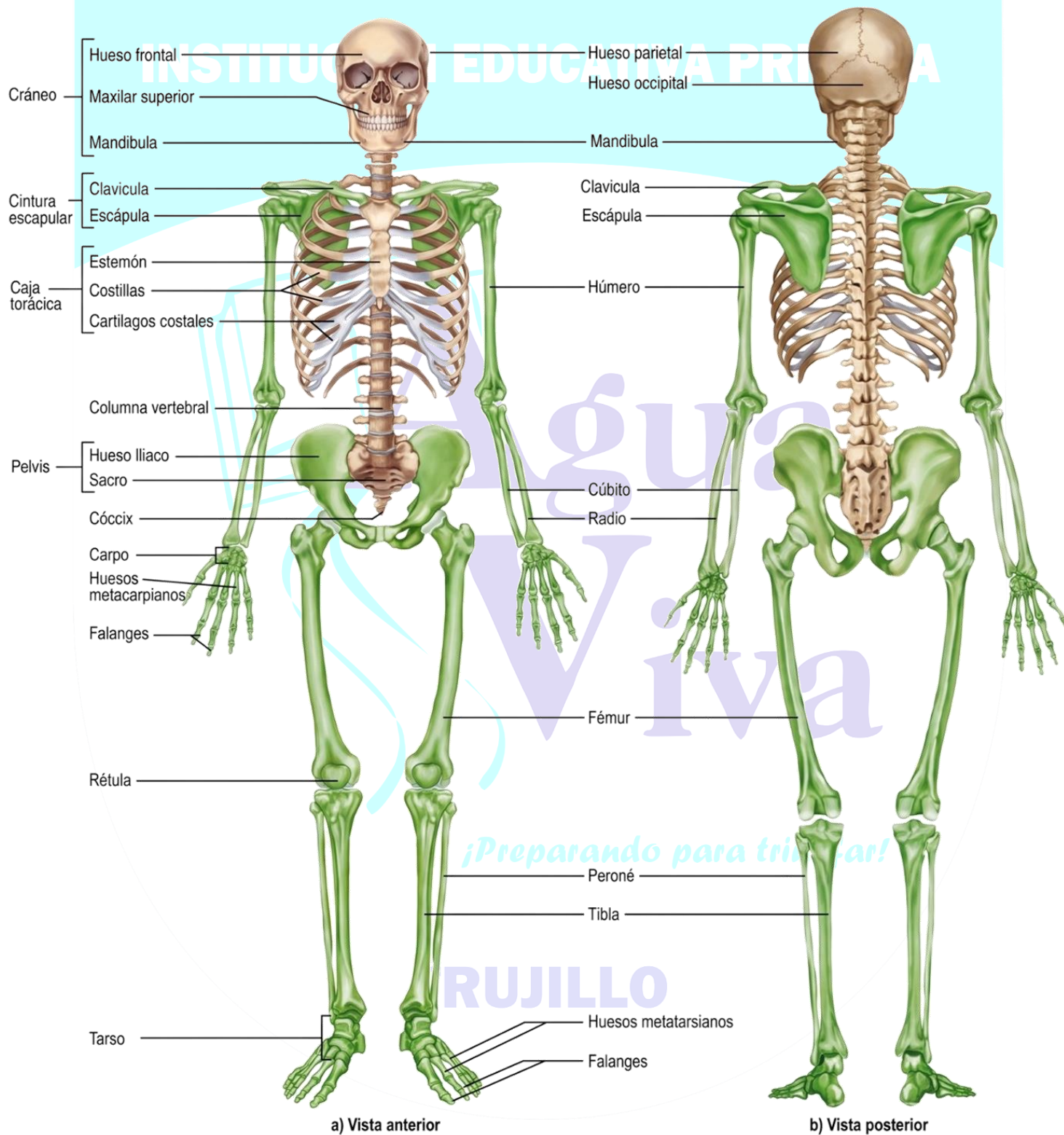
SALUD ÓSEA: OSTEOPOROSIS Y FRACTURAS

La **osteoporosis** es una enfermedad que afecta al hueso, caracterizada por una disminución de la masa ósea: los huesos afectados se vuelven más porosos y se fracturan con mayor facilidad. Son frecuentes las fracturas de muñeca, vértebras y cadera. Puede ser primaria, por escasez de la hormona estrógeno, o secundaria, causada por ejemplo por la inactividad física.

Una **fractura** es la rotura de un hueso o de un cartílago osificado. Puede ser simple o cerrada, cuando no es visible en el exterior, o complicada o abierta, cuando implica la ruptura de la piel y la exposición del hueso. Los síntomas comunes de una fractura son dolor local intenso, hipersensibilidad, inflamación y, con frecuencia, algún grado de deformidad. El único medio que permite detectar y definir con precisión el tipo de fractura son los **rayos X**.



SISTEMA ÓSEO



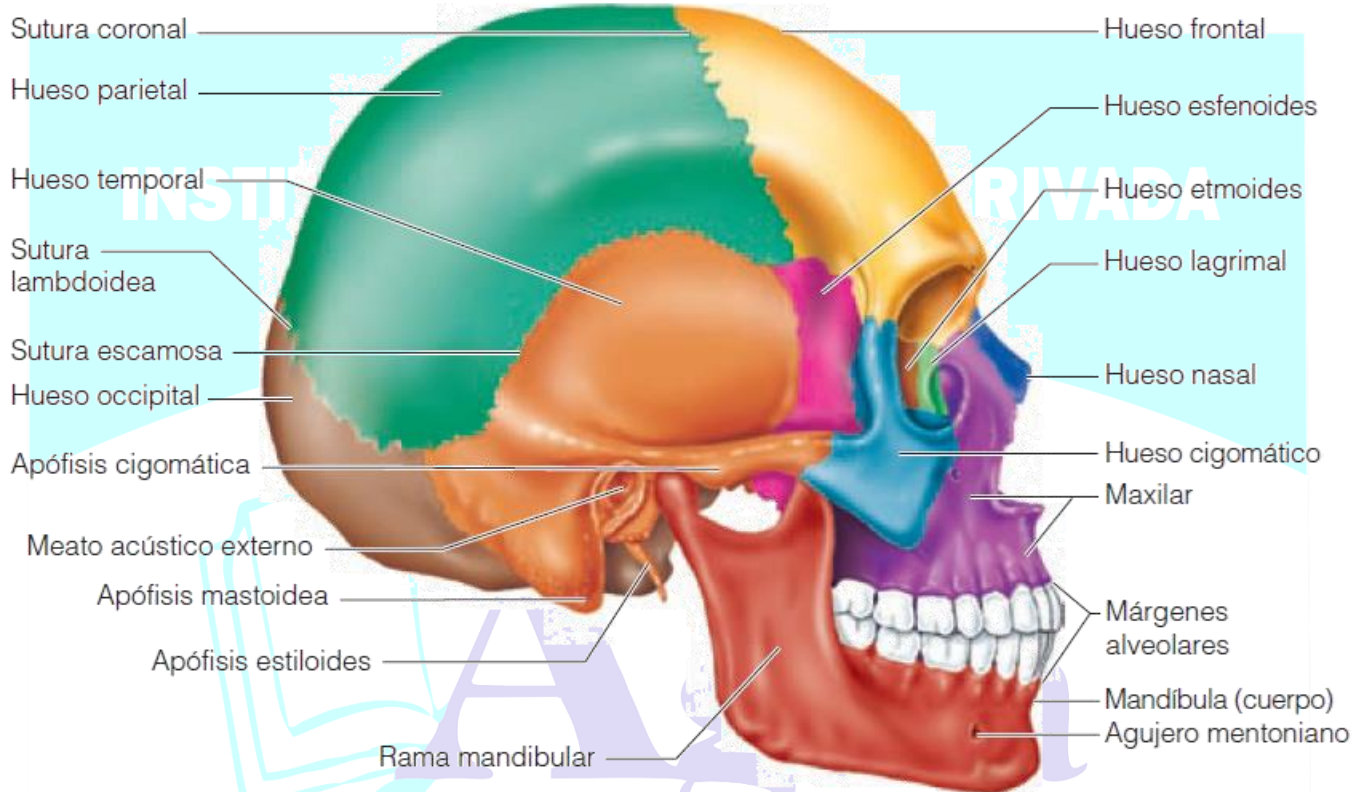
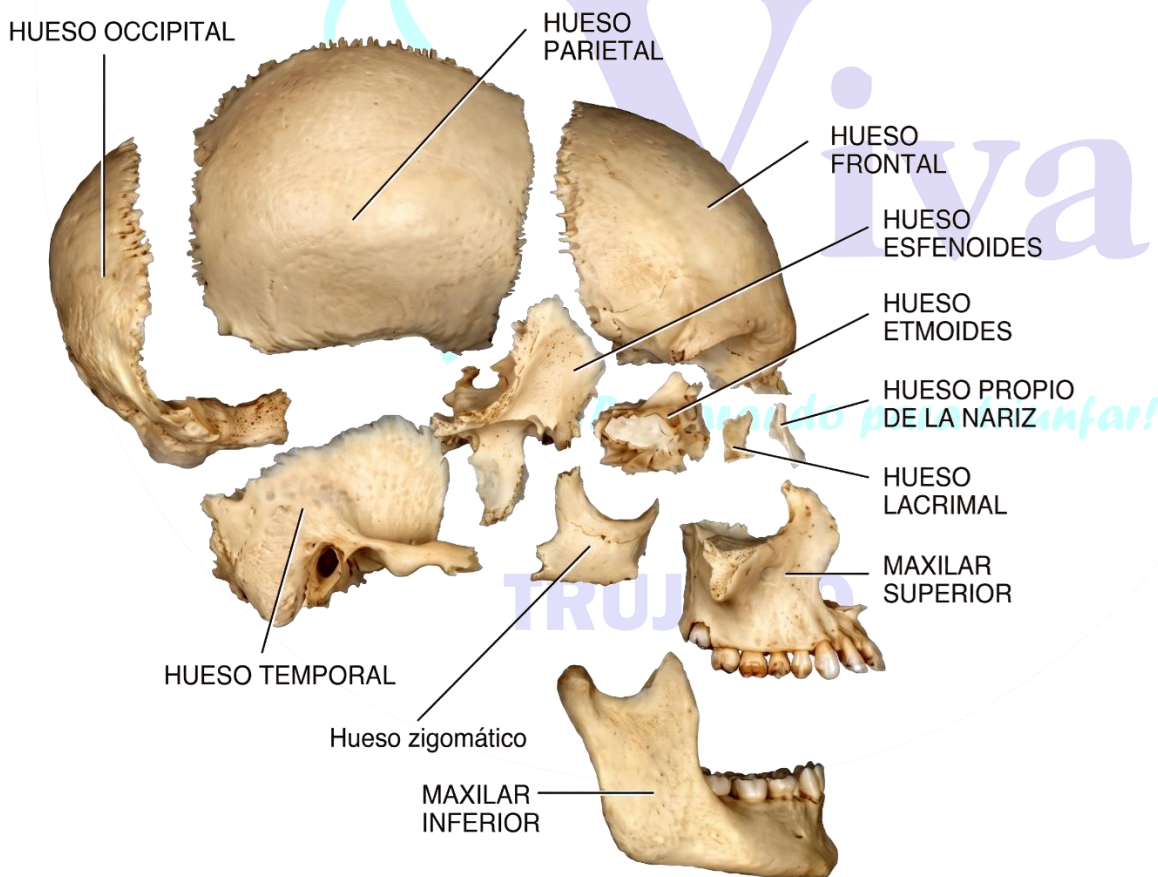
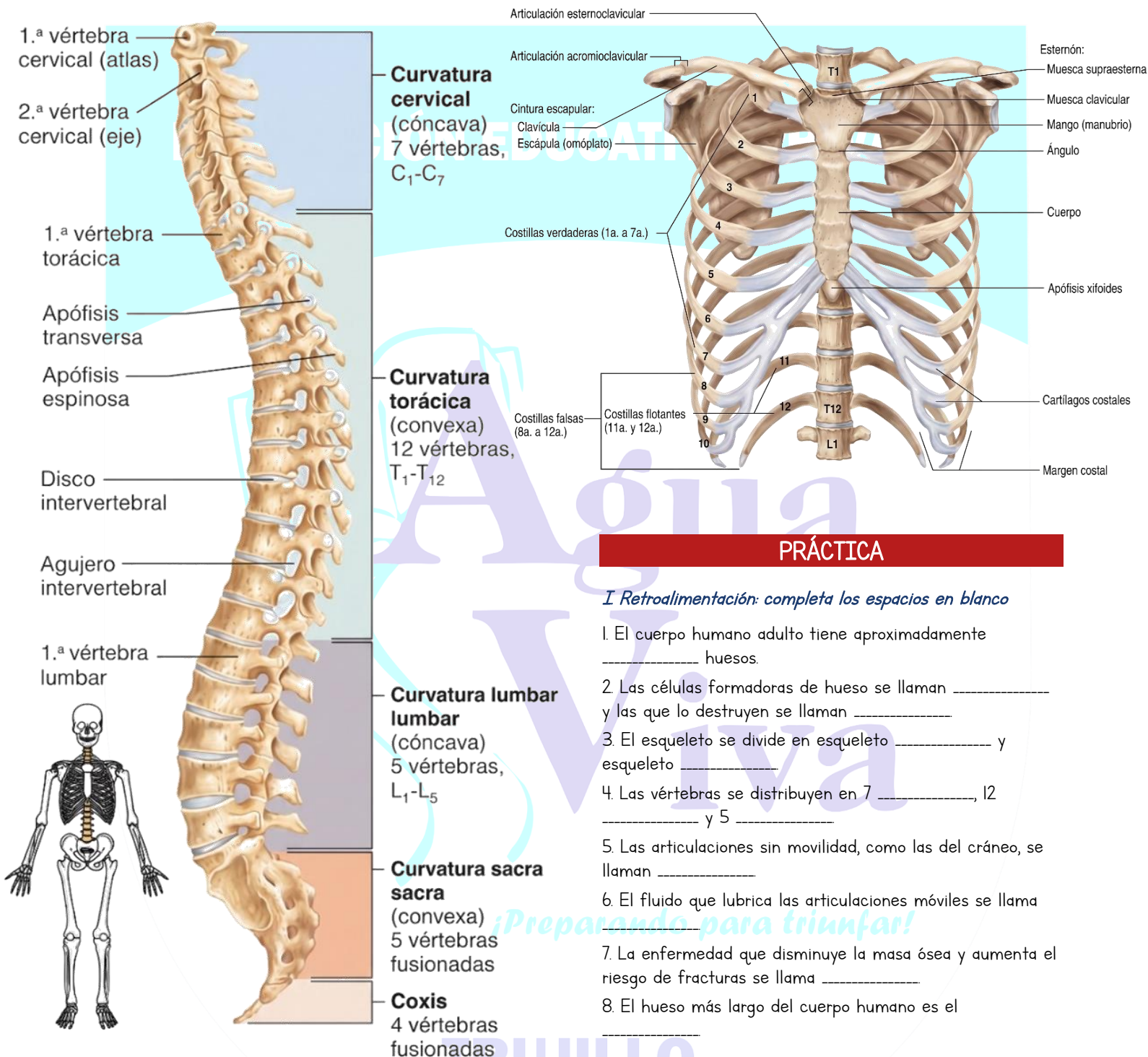


FIGURA 5.7 Vista lateral del cráneo humano.





PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. El cuerpo humano adulto tiene aproximadamente _____ huesos.
2. Las células formadoras de hueso se llaman _____ y las que lo destruyen se llaman _____.
3. El esqueleto se divide en esqueleto _____ y esqueleto _____.
4. Las vértebras se distribuyen en 7 _____, 12 _____ y 5 _____.
5. Las articulaciones sin movilidad, como las del cráneo, se llaman _____.
6. El fluido que lubrica las articulaciones móviles se llama _____.
7. La enfermedad que disminuye la masa ósea y aumenta el riesgo de fracturas se llama _____.
8. El hueso más largo del cuerpo humano es el _____.

II Preguntas de selección múltiple

I. ¿Cuántos huesos tiene aproximadamente el esqueleto humano adulto?

- a) 186 b) 196
c) 206 d) 216
e) 226

FIGURA 5.14 Columna vertebral.

2. Es un hueso largo:

- a) Escápula b) Carpo
- c) Húmero d) Maxilar
- e) Vertebra

3. Es un hueso corto:

- a) Escápula b) Carpo
- c) Húmero d) Maxilar
- e) Coxal

4. ¿Cuántos huesos existen en la cabeza (cráneo y cara)?

- a) 8 b) 14
- c) 22 d) 26
- e) 16

5. ¿Cuántos huesos hay en la mano (carpo, metacarpo y falanges)?

- a) 28 b) 27
- c) 38 d) 54
- e) 22

6. ¿Cuántos huesos tiene el pie?

- a) 28 b) 27
- c) 26 d) 24
- e) 22

7. ¿Cuántos huesos tiene la columna vertebral en total?

- a) 24 b) 26
- c) 31 d) 33
- e) 22

8. ¿Cuántos huesos presenta la caja torácica (costillas y esternón)?

- a) 24 b) 25
- c) 12 d) 34
- e) 8

9. La célula responsable de formar tejido óseo nuevo es el:

- a) Osteoclasto b) Osteoblasto
- c) Fibroblasto d) Condrocito
- e) Adipocito

10. El proceso mediante el cual se producen glóbulos rojos, blancos y plaquetas en la médula ósea roja se llama:

- a) Osificación b) Hematopoyesis
- c) Homeostasis d) Fagocitosis
- e) Mineralización

11. Las articulaciones móviles, como la del hombro o la cadera, se clasifican como:

- a) Sinartrosis b) Sínfisis
- c) Diartrosis d) Suturas
- e) Sincondrosis

12. La curvatura de la columna vertebral con concavidad posterior, presente a nivel cervical y lumbar, se llama:

- a) Cifosis b) Escoliosis
- c) Lordosis d) Xifosis
- e) Hiperlordosis

13. La enfermedad caracterizada por la disminución de la masa ósea, que aumenta el riesgo de fracturas, se llama:

- a) Artritis b) Osteoporosis
- c) Osteomielitis d) Bursitis
- e) Escoliosis

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 7

SISTEMA MUSCULAR

PROPÓSITO: Reconocer los tipos de tejido muscular, la estructura y el mecanismo de contracción del músculo esquelético, y ubicar los principales músculos del cuerpo humano según su región.

MARCO TEÓRICO

¿QUÉ ES EL SISTEMA MUSCULAR?

El **sistema muscular** es el conjunto de músculos del cuerpo humano, responsables de generar movimiento. Los **músculos** son formaciones carnosas que cubren total o parcialmente el cuerpo; están constituidos por haces de células alargadas, llamadas fibras musculares, cubiertas por vainas de tejido conjuntivo. El número de músculos en el cuerpo humano supera los **500**, y estos permiten el desplazamiento del cuerpo, los movimientos involuntarios de los órganos internos, y dan forma y protección al organismo.

FUNCIONES GENERALES DEL SISTEMA MUSCULAR

Además de permitir el **movimiento** voluntario del cuerpo, el sistema muscular cumple otras funciones esenciales: mantiene la **postura** corporal mediante una contracción sostenida y leve de ciertos músculos; genera **calor** como resultado de la actividad metabólica muscular, contribuyendo a mantener la temperatura corporal; **protege** y da forma a los órganos internos; y hace posible movimientos **involuntarios** indispensables para la vida, como los latidos del corazón, la digestión de los alimentos o la respiración.

TIPOS DE TEJIDO MUSCULAR

Los músculos son órganos que tienen la propiedad de **contraerse**, y se clasifican en tres tipos según la estructura de sus fibras y su control nervioso. El **músculo estriado o esquelético** está unido a los huesos mediante tendones, es de control **voluntario** y presenta estriaciones visibles al microscopio; es el responsable del movimiento del cuerpo. El **músculo liso** se encuentra en las paredes de los órganos internos (como el estómago, el intestino y los vasos sanguíneos), es de control **involuntario** y no presenta estriaciones.

El **músculo cardíaco** o **miocardio** forma las paredes del corazón; combina características de los otros dos tipos, ya que presenta estriaciones como el músculo esquelético,

pero su contracción es **involuntaria** y rítmica, gracias a células marcapasos que generan impulsos eléctricos de manera autónoma, sin necesidad de un estímulo nervioso externo constante.

Característica	Esquelético	Liso	Cardíaco
Control	Voluntario	Involuntario	Involuntario
Estriaciones	Sí	No	Sí
Ubicación	Unido a huesos	Órganos internos, vasos	Paredes del corazón
Velocidad de contracción	Rápida	Lenta	Intermedia, rítmica
Fatiga	Se fatiga	Resistente a la fatiga	Resistente a la fatiga

ESTRUCTURA DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO

Cada músculo esquelético está organizado en niveles de complejidad creciente. Todo el músculo está envuelto por una vaina de tejido conjuntivo llamada **epimisio**. En su interior, el músculo se divide en haces de fibras llamados **fascículos**, cada uno rodeado por el **perimisio**. Dentro de cada fascículo se encuentran las **fibras musculares** individuales (las células del músculo), envueltas a su vez por el **endomisio**.

Cada fibra muscular contiene, en su interior, numerosas **miofibrillas**, formadas por la repetición de unidades contráctiles llamadas **sarcómeros**. El sarcómero está compuesto principalmente por dos tipos de filamentos proteicos: los filamentos delgados de **actina** y los filamentos gruesos de **miosina**, cuya interacción ordenada es la base física de la contracción muscular.

LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

La contracción del músculo esquelético comienza cuando un impulso nervioso llega a la **unión neuromuscular**, la zona de contacto entre una neurona motora y la fibra muscular. Allí, la neurona libera un neurotransmisor llamado **acetilcolina**, que estimula a la fibra muscular y provoca la liberación de **calcio** almacenado en su interior.

Según la **teoría del deslizamiento de los filamentos**, el calcio liberado permite que las cabezas de miosina se unan a la actina y «tiren» de ella hacia el centro del

sarcómero, acortando la fibra muscular; este proceso consume **ATP** como fuente de energía. Cuando el estímulo nervioso cesa, el calcio es reabsorbido y el músculo se relaja, regresando los filamentos a su posición original.

TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

No todas las contracciones musculares son iguales. En la **contracción isotónica**, el músculo cambia de longitud mientras genera fuerza, y puede ser **concéntrica**, cuando el músculo se acorta (por ejemplo, al flexionar el codo para levantar un peso), o **excéntrica**, cuando el músculo se alarga mientras sigue generando tensión (por ejemplo, al bajar ese mismo peso de manera controlada). En la **contracción isométrica**, en cambio, el músculo genera fuerza sin cambiar de longitud, como ocurre al empujar una pared o al sostener un objeto sin moverlo.

CÓMO SE UNEN LOS MÚSCULOS A LOS HUESOS

Los músculos esqueléticos se unen a los huesos mediante **tendones**, estructuras de tejido conectivo denso regular muy resistentes. El punto de unión que permanece relativamente fijo durante el movimiento se llama **origen**, mientras que el punto que se desplaza se llama **inserción**. Según el papel que cumplen en un movimiento, los músculos se clasifican en **agonistas**, los que generan principalmente el movimiento; **antagonistas**, los que realizan el movimiento opuesto y se relajan cuando el agonista se contrae (por ejemplo, el bíceps y el tríceps); y **sinergistas**, los que ayudan y estabilizan el movimiento principal.

PRINCIPALES MÚSCULOS DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Entre los músculos más importantes de esta región destaca el **esternocleidomastoideo**, ubicado a cada lado del cuello, que permite flexionar y rotar la cabeza. También se encuentran los músculos de la masticación, como el **masetero**, y los numerosos músculos de la expresión facial, que permiten gestos como sonreír o fruncir el ceño.

PRINCIPALES MÚSCULOS DEL TRONCO

En la parte anterior del tronco destacan el **pectoral mayor**, que mueve el brazo hacia el cuerpo; el **serrato anterior**, ubicado en el costado del tórax; y el **recto abdominal**, que flexiona el tronco y protege las vísceras abdominales. En la parte posterior se encuentran el **trapecio**, que mueve la escápula y el cuello; el **dorsal ancho**, un músculo amplio de la espalda que mueve el brazo hacia atrás y abajo; y, en la zona glútea, el **glúteo mayor**, el músculo más voluminoso del cuerpo, esencial para la extensión de la cadera.

PRINCIPALES MÚSCULOS DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES

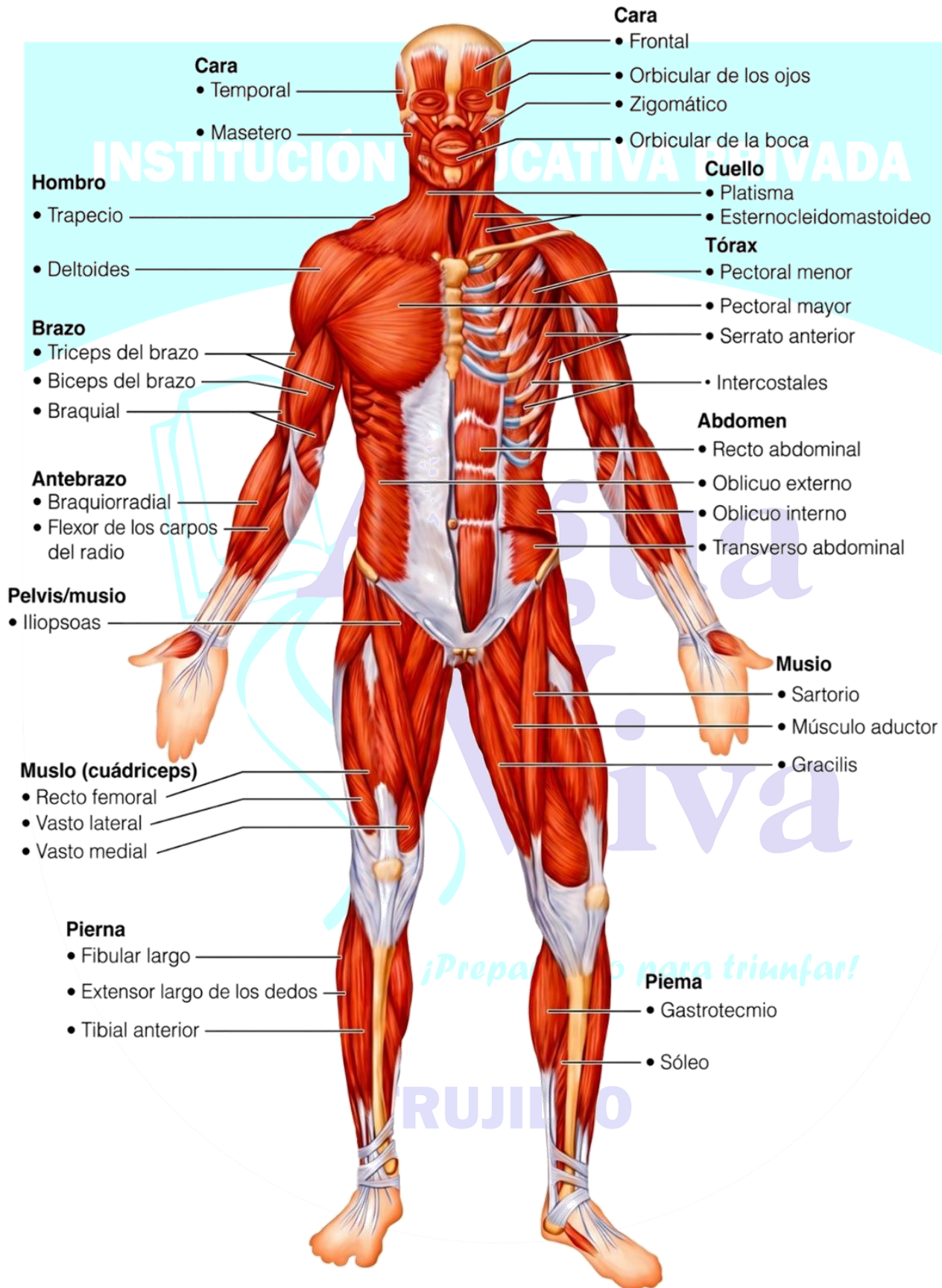
En el hombro y el brazo destaca el **deltoides**, que eleva el brazo en varias direcciones. En la parte anterior del brazo se encuentra el **bíceps**, que flexiona el codo, mientras que en la parte posterior se ubica el **tríceps**, que lo extiende; ambos forman un par **agonista-antagonista** clásico. En el antebrazo se encuentran músculos como el **supinador largo** y el **flexor del antebrazo**, que permiten los movimientos de la muñeca y de los dedos.

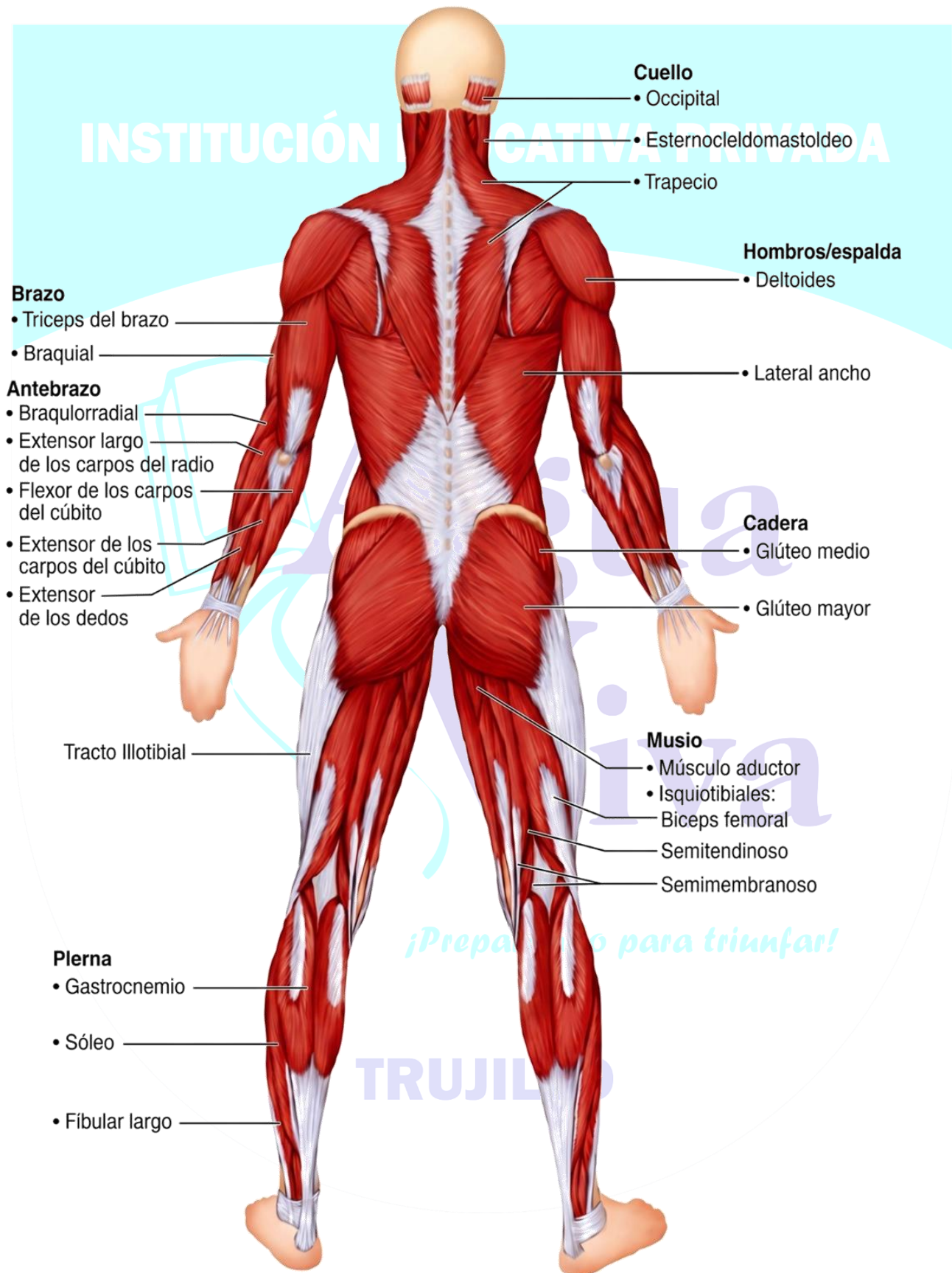
PRINCIPALES MÚSCULOS DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

En el muslo destaca el **cuádriceps**, en la cara anterior, formado por cuatro porciones que extienden la rodilla, y el **bíceps femoral**, en la cara posterior, que flexiona la rodilla y extiende la cadera. En la pierna se encuentran el **tibial anterior**, que flexiona el pie hacia arriba, y los **gemelos** o **gastrocnemios**, en la parte posterior, que se unen al hueso del talón a través del **tendón de Aquiles**, el tendón más grueso y resistente del cuerpo humano, fundamental para caminar, correr y saltar.

SALUD MUSCULAR: FATIGA, CALAMBRES Y LESIONES

La **fatiga muscular** es la disminución temporal de la capacidad de un músculo para generar fuerza, generalmente tras un esfuerzo prolongado o intenso. Los **calambres** son contracciones involuntarias, súbitas y dolorosas de un músculo, frecuentemente asociadas a deshidratación, pérdida de electrolitos o falta de calentamiento previo al ejercicio. Entre las lesiones musculares más comunes se encuentran los **desgarros**, en los que se rompen fibras musculares, y las **contracturas**, contracciones involuntarias y sostenidas que generan dolor y rigidez localizada. Un buen calentamiento previo, una hidratación adecuada y el descanso apropiado entre esfuerzos son claves para prevenir estas lesiones.





PRÁCTICA

I Retroalimentación: completa los espacios en blanco

1. El número de músculos en el cuerpo humano supera los _____
2. Los tres tipos de tejido muscular son: _____ y _____
3. La unidad contráctil del músculo, formada por filamentos de actina y miosina, se llama _____
4. La zona de contacto entre una neurona motora y una fibra muscular se llama _____
5. Los músculos se unen a los huesos mediante estructuras llamadas _____
6. El músculo que realiza el movimiento principal se llama _____ y el que se opone se llama _____
7. El tendón más grueso y resistente del cuerpo humano es el tendón de _____
8. Una contracción en la que el músculo genera fuerza sin cambiar de longitud se llama _____

II Preguntas de selección múltiple

I. ¿Cuántos músculos, aproximadamente, tiene el cuerpo humano?

- a) Menos de 100 b) Alrededor de 200
- c) Más de 500 d) Exactamente 300
- e) Menos de 50

2 El tipo de músculo que se controla voluntariamente y mueve el esqueleto es el:

- a) Liso b) Cardíaco
- c) Esquelético d) Involuntario
- e) Visceral

3. El músculo que forma las paredes del corazón y se contrae de forma involuntaria y rítmica es el:

- a) Esquelético b) Liso
- c) Cardíaco d) Estriado voluntario
- e) Dorsal

4. El tejido muscular que se encuentra en las paredes del estómago y del intestino es el:

- a) Esquelético b) Liso
- c) Cardíaco d) Estriado
- e) Tendinoso

5. La vaina de tejido conjuntivo que envuelve a todo el músculo esquelético se llama:

- a) Endomisio b) Perimisio
- c) Epimisio d) Sarcolema
- e) Miofibrilla

6. Las proteínas responsables de la contracción muscular a nivel del sarcómero son:

- a) Colageno y elastina b) Actina y miosina
- c) Queratina y melanina d) Fibrina y trombina
- e) Hemoglobina y mioglobina

7. El neurotransmisor liberado en la unión neuromuscular para iniciar la contracción es:

- a) Adrenalina b) Dopamina
- c) Acetilcolina d) Serotonina
- e) Insulina

8. La molécula que aporta la energía necesaria para la contracción muscular es:

- a) ADN b) ARN
- c) ATP d) Glucosa sola
- e) Colesterol

9. Un músculo que se acorta mientras genera fuerza, como el bíceps al levantar un peso, realiza una contracción:

- a) Isométrica b) Isotónica excéntrica
- c) Isotónica concéntrica d) Tetánica
- e) Refleja

10. El bíceps y el tríceps son un ejemplo clásico de músculos:

- a) Sinergistas b) Agonista y antagonista
- c) Ambos agonistas d) Estabilizadores
- e) Involuntarios

11. El tendón que une los músculos gemelos con el hueso del talón se llama:

- a) Tendón rotuliano b) Tendón de Aquiles
- c) Tendón del cuádriceps d) Ligamento cruzado
- e) Fascia plantar

12. Una contracción involuntaria, súbita y dolorosa de un músculo, asociada a deshidratación o falta de calentamiento, se llama:

- a) Desgarro b) Contractura
- c) Calambre d) Fatiga
- e) Bursitis

13. El músculo más voluminoso del cuerpo humano, esencial para la extensión de la cadera, es el:

- a) Cuádriceps b) Deltoides
- c) Glúteo mayor d) Trapecio
- e) Recto abdominal

QUÍMICA

TERCERO DE SECUNDARIA

SESIONES DE APRENDIZAJE – III BIMESTRE

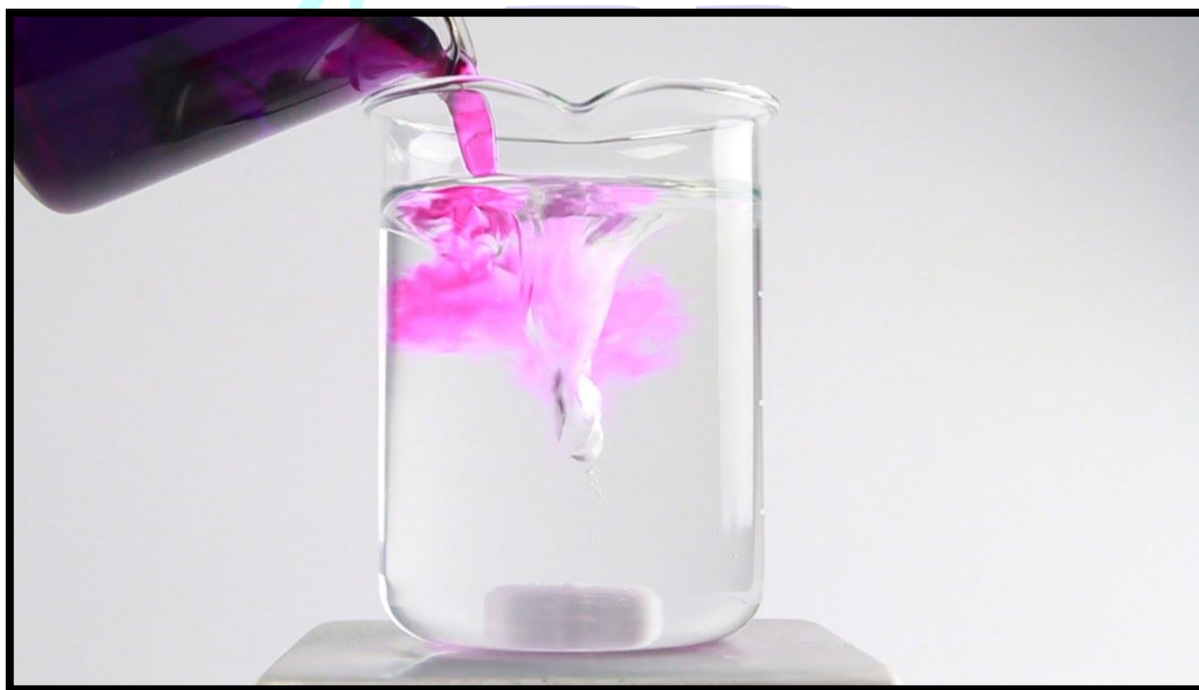
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA

Docente:

Josué Arteaga Núñez

Contenido

FUNCIÓN SALES	1
MASA ATÓMICA Y MOLECULAR.....	4
ISÓTOPOS	7
PROPIEDADES DEL ESTADO GASEOSO	10
PROCESOS GASEOSOS RESTRINGIDOS	13
CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS	16
REACCIONES REDOX	19



SESIÓN 1

FUNCIÓN SALES

PROPÓSITO: Identificar y clasificar los diferentes tipos de sales (haloideas, oxisales, neutras, ácidas, básicas, dobles e hidratadas).

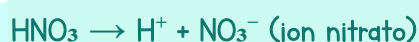
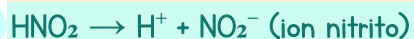
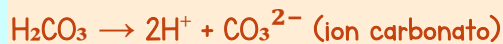
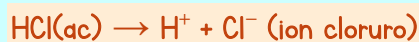
MARCO TEÓRICO

I. Los Iones: Cationes y Aniones

Para comprender las sales, primero debemos entender qué son los IONES. Un ion es una especie química que presenta carga eléctrica diferente a cero, es decir, ha ganado o perdido electrones. Los iones pueden ser monoatómicos (formados por un solo átomo) o poliatómicos (formados por varios átomos unidos). En la química inorgánica, los iones son los "ladrillos" con los que se construyen las sales y otros compuestos iónicos.

Un **CATION** es un ion de carga positiva (+). Se forma cuando un átomo de metal **PIERDE** electrones, o cuando un hidróxido pierde el radical $(OH)^{-1}$. Por ejemplo, el magnesio al perder 2 electrones forma el ion Mg^{2+} ; el hierro al perder 3 electrones forma el ion Fe^{3+} . Los cationes son los que dan el nombre al metal en la sal.

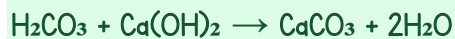
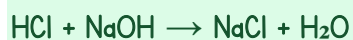
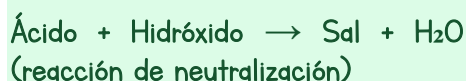
Un **ANIÓN** u **OXANIÓN** es un ion de carga negativa (-). Se forma cuando un **ÁCIDO** pierde sus hidrógenos (H^+). Según el tipo de ácido del que provienen, los aniones se nombran con diferentes terminaciones: si provienen de un ácido **HIDRÁCIDO**, se usa la terminación **-URO** ($HCl \rightarrow Cl^-$ = cloruro); si provienen de un ácido **OXÁCIDO**, se usa **-ATO** (para el ácido de mayor E.O.) o **-ITO** (para el de menor E.O.).



I.2 Las Sales: Definición y Concepto

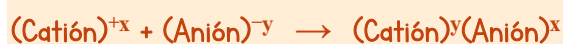
Las **SALES** son compuestos iónicos sólidos y cristalinos a temperatura ambiente. Son de los compuestos más abundantes en la naturaleza: el cloruro de sodio ($NaCl$) forma los extensos depósitos de sal en los océanos y en las minas de sal; el carbonato de calcio ($CaCO_3$) forma el mármol, la caliza y las conchas marinas; el sulfato de calcio ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) forma el yeso que usamos en construcción. Las sales se forman cuando los iones de carga opuesta se combinan entre sí, formando una red cristalina muy estable.

La obtención más común de sales es por **NEUTRALIZACIÓN**: la reacción entre un ácido y un hidróxido (base) produce una sal y agua. En esta reacción, el catión del hidróxido se combina con el anión del ácido para formar la sal:



I.3 Formulación General de las Sales

Para formular una sal se aplica la regla del cruce entre las cargas del catión y el anión. Se coloca el catión (carga positiva) primero y el anión (carga negativa) después, cruzando los valores absolutos de sus cargas como subíndices:



1.4 Clasificación según su Origen

• **SAL HALOIDEA:** Se obtiene a partir de un ÁCIDO HIDRÁCIDO y un hidróxido. No contiene oxígeno en su fórmula. Su fórmula general es $MyNMx$ donde M = metal y NM = no metal.

Terminación en -URO.

Ejemplos:

NaCl (cloruro de sodio)

Fe₂S₃ (sulfuro férrico)

CaBr₂ (bromuro de calcio)

• **SAL OXISAL:** Se obtiene a partir de un ÁCIDO OXÁCIDO y un hidróxido. Contiene oxígeno en su fórmula (grupo oxoanión). Su fórmula general es $MyNMOx$.

Terminación en -ATO o -ITO según el ácido de origen.

Ejemplos:

CaCO₃ (carbonato de calcio)

FeSO₄ (sulfato ferroso)

KNO₃ (nitrato de potasio)

1.5 Clasificación según su Constitución

Las sales también se clasifican según su composición interna en cinco tipos:

Tipo de Sal	Descripción	Ejemplos
Sales neutras	No contienen H sustituible ni OH ⁻ libre. Son las más comunes.	CaSO ₄ , MgCl ₂ , NaNO ₃
Sales ácidas	Contienen hidrógeno ácido sustituible (anión ácido, prefijo BI).	NaHSO ₄ , Ca(HS) ₂ , KHCO ₃
Sales básicas	Contienen grupos (OH) ⁻ sustituibles en su estructura.	Fe(OH)NO ₃ , Fe(OH) ₂ Br
Sales dobles	Contienen dos tipos de cationes o dos tipos de aniones distintos.	KAl(SO ₄) ₂ , CuFeS ₂
Sales hidratadas	Contienen moléculas de agua de cristalización (enlace dativo).	CuSO ₄ ·5H ₂ O, BaSO ₄ ·7H ₂ O

1.6 Sinonimia Química: Nombres Populares de las Sales

Muchas sales tienen nombres populares que se usan en la industria, la medicina y la vida cotidiana. Algunos de los más importantes son:

Nombre popular	Fórmula	Nombre sistemático
Sal común / halita	NaCl	Cloruro de sodio
Yeso	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Sulfato de calcio hidratado
Salitre	KNO ₃	Nitrato de potasio
Vitriolo azul	CuSO ₄ ·5H ₂ O	Sulfato de cobre (II) hidratado
Vitriolo verde	FeSO ₄ ·7H ₂ O	Sulfato de hierro (II) hidratado
Caliza / mármol	CaCO ₃	Carbonato de calcio
Sal de Epsom	MgSO ₄ ·7H ₂ O	Sulfato de magnesio hidratado
Calamina	ZnCO ₃	Carbonato de zinc

RECUERDA:

Sal = catión⁺ + anión⁻ (compuesto iónico).

Haloidea: sin O₂ (terminación -uro).

Oxisal: con O₂ (-ato o -ito).

Neutras: sin H ni OH.

Ácidas: con H sustituible (bi-).

Básicas: con OH. Dobles: 2 cationes o 2 aniones.

Hidratadas: con H₂O de cristalización.

PRÁCTICA

I Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

1. ¿Cómo se definen las sales en química inorgánica?

- Compuestos covalentes gaseosos
- Compuestos iónicos sólidos y cristalinos
- Ácidos con oxígeno
- Bases disueltas en agua
- Compuestos binarios sin oxígeno

2 Las sales se obtienen principalmente por:

- Metal + oxígeno
- No metal + agua
- Hidróxido + oxígeno

- d) Ácido + hidróxido
e) Metal + hidrógeno

3. Una sal haloidea es aquella que:

- a) No presenta oxígeno en su fórmula
b) Siempre contiene oxígeno
c) Tiene hidrógeno sustituible
d) Tiene dos cationes distintos
e) Contiene agua de cristalización

4. La fórmula del cloruro de sodio (NaCl) proviene de la reacción entre:

- a) HCl + KOH b) H₂SO₄ + NaOH
c) HCl + NaOH d) HNO₃ + KOH
e) HBr + NaOH

5. ¿Cuál es la fórmula del nitrato de plata? (Ag⁺¹, NO₃⁻¹)

- a) Ag₂NO₃ b) AgNO₃
c) Ag(NO₃)₂ d) Ag₃NO₄ e) AgNO₂

6. El CuSO₄·5H₂O es un ejemplo de:

- a) Sal haloidea b) Sal ácida
c) Sal básica d) Sal hidratada e) Sal doble

7. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de sal ÁCIDA?

- a) NaHSO₄ b) CaSO₄
c) Fe(OH)NO₃ d) KAl(SO₄)₂ e) MgCl₂

8. ¿Cuál es el nombre del compuesto NaClO? (N.O. Cl = +I, menor E.O. del Cl)

- a) Clorato de sodio b) Perclorato de sodio
c) Hipoclorito de sodio d) Cloruro de sodio
e) Clorito de sodio

9. ¿Cuál de los siguientes es un ANIÓN (oxanión)?

- a) Mg²⁺ b) SO₄²⁻
c) Fe³⁺ d) Na⁺ e) Cu²⁺

10. La sal KNO₃ se conoce popularmente como:

- a) Sal común b) Vitriolo azul
c) Yeso d) Salitre e) Boraz

11. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de sal BÁSICA?

- a) Fe(OH)NO₃ b) NaHSO₄
c) CuSO₄·5H₂O d) KAl(SO₄)₂ e) CaSO₄

12. El anión proveniente del H₂SO₄ al perder solo 1 H se denomina:

- a) Sulfato b) Sulfito
c) Bisulfato d) Sulfuro e) Persulfato

13. ¿Cuál es el nombre del Au₂CO₃? (E.O. Au: +I menor, +3 mayor)

- a) Carbonato áurico
b) Carbonato auroso
c) Carbonato de calcio
d) Bicarbonato de oro
e) Nitrato auroso

14. El compuesto Al(OH)SO₄ es una sal de tipo:

- a) Haloidea b) Doble
c) Ácida d) Oxisal básica e) Neutra

15. De los iones: IMnO₄⁻=permanganato

II NO₃⁻=nitrito IIICr₂O₇²⁻=dicromato

IV O₂²⁻=peróxido ¿Cuántos están CORRECTAMENTE nombrados?

- a) 3 (I, III y IV) b) 4
c) 1 d) 2 e) 5

TAREA PARA CASA

Formula y nombra las siguientes sales:

- (a) Sulfato de hierro (III),
(b) Carbonato de calcio,
(c) Nitrato de plomo (II),
(d) Fosfato de aluminio,
(e) Cloruro de bario.

Indica en cada caso si es haloidea u oxisal, y el tipo de sal según su constitución (neutra, ácida, básica, etc.).

SESIÓN 2

MASA ATÓMICA Y MOLECULAR

PROPÓSITO: Calcular la masa molecular de compuestos covalentes e iónicos, determinar el número de moles de elementos y compuestos, aplicar el concepto de átomo-gramo y molécula-gramo, y resolver problemas de conversión entre masa, moles y número de partículas.

MARCO TEÓRICO

21 Las Unidades Químicas de Masa: El Problema de Medir Átomos

¿Podemos medir la masa de un átomo en una balanza común? ¿Podemos saber cuántas moléculas de agua existen en un litro de agua?

Estas preguntas aparentemente imposibles tienen respuesta gracias a las UNIDADES QUÍMICAS DE MASA, una rama de la química que estudia las relaciones cuantitativas entre las sustancias y las unidades que las conforman. El problema fundamental es que los átomos y moléculas son entidades microscópicas de masa extremadamente pequeña.

Por ejemplo, 1 u.m.a. equivale a 1.66×10^{-24} gramos, una cifra tan pequeña que es imposible de medir directamente con cualquier balanza. Por eso, los científicos establecieron una UNIDAD DE REFERENCIA relativa: la unidad de masa atómica (u.m.a.), definida en función del isótopo más estable del carbono.

$$1 \text{ u.m.a.} = (1/12) \times \text{masa del isótopo } ^{12}\text{C} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ gramos}$$

Esta definición fue adoptada por la IUPAC en 1962 y permite expresar las masas de todos los átomos con números simples: H = 1 u.m.a., C = 12 u.m.a., O = 16 u.m.a., y así sucesivamente. La tabla periódica es el catálogo universal donde encontramos las masas atómicas promedio de cada elemento.

22 Masa Atómica Promedio: Los Isótopos en la Naturaleza

La masa atómica que aparece en la tabla periódica es un PROMEDIO PONDERADO, no la masa de un único isótopo. Esto se debe a que casi todos los elementos existen en la naturaleza como una mezcla de isótopos estables. Por ejemplo, el calcio natural contiene varios isótopos en diferentes proporciones, y su masa atómica promedio (40 u.m.a.) refleja esa mezcla. Esta es la razón por la que las masas atómicas en la tabla periódica raramente son números enteros exactos.

$$m_A(\text{elemento}) = (A_1 \times \%_1 + A_2 \times \%_2 + \dots) / 100$$

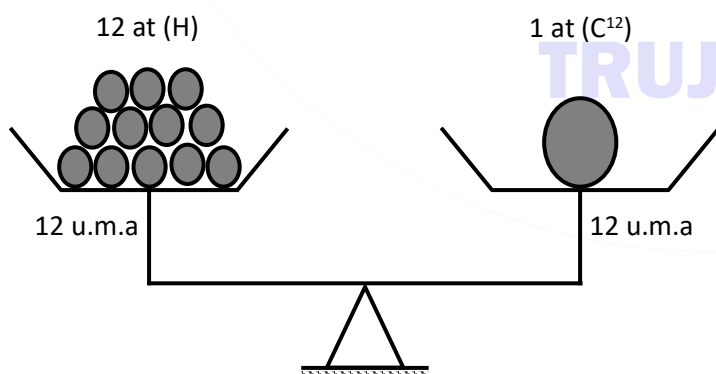
23 Masa Molecular y Masa Fórmula

La MASA MOLECULAR (M) se aplica a compuestos COVALENTES: es la suma de las masas atómicas de todos los átomos que forman una molécula, multiplicando la masa de cada elemento por su subíndice en la fórmula. Se expresa en u.m.a.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2(1) + 16 = 18 \text{ u.m.a.}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2(1) + 32 + 4(16) = 98 \text{ u.m.a.}$$

La MASA FÓRMULA (MF) se aplica a compuestos IÓNICOS: se calcula igual que la masa molecular, pero se usa el término "masa fórmula" porque los compuestos iónicos no forman moléculas individuales sino redes cristalinas. Por convención, en la práctica se usa indistintamente el término "masa molecular" para ambos tipos.



$$MF(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3(16) = 100 \text{ u.m.a.}$$

$$MF(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 2(56) + 3(32) + 12(16) = 400 \text{ u.m.a.}$$

24 El Mol: Unidad de Cantidad de Sustancia

El MOL es la unidad del Sistema Internacional para expresar la cantidad de sustancia. 1 mol contiene exactamente 6.022×10^{23} entidades (átomos, moléculas, iones), número conocido como NÚMERO DE AVOGADRO (N_A), en honor a Amedeo Avogadro.

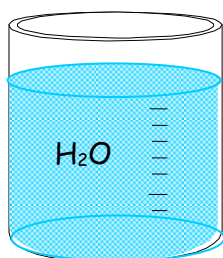
$$1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23} \text{ unidades} = 1 N_A \text{ unidades}$$

Tipos de mol:

El ÁTOMO-GRAMO (at-g) equivale a 1 mol de átomos de un elemento; su masa es igual a la masa atómica del elemento expresada en gramos.

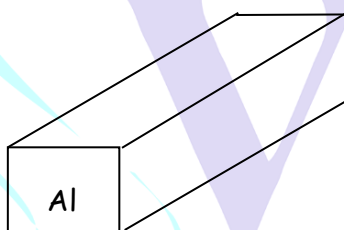
La MOLÉCULA-GRAMO (mol-g) equivale a 1 mol de moléculas de un compuesto; su masa es igual a la masa molecular expresada en gramos.

$$1 \text{ mol(C)} = 12 \text{ g de C} = 6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de C}$$



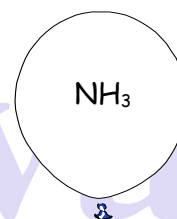
$$1 \text{ mol-g} = 18 \text{ g}$$

$$= 6,023 \times 10^{23}$$



$$1 \text{ at-g}_{\text{Al}} = 27 \text{ g}$$

$$= 6,023 \times 10^{23}$$



$$1 \text{ mol-g}_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g}$$

$$= 6,023 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ mol(H}_2\text{O)} = 18 \text{ g} = 6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

25 Fórmulas de Cálculo: El Puente entre Gramos y Moles

Estas fórmulas son las herramientas fundamentales para resolver cualquier problema de estequiometría:

Para átomos (elementos):

$$n = m / m_A$$

donde m = masa en gramos, m_A = masa atómica

Para moléculas (compuestos):

$$n = m / M$$

donde M = masa molecular o fórmula

$$\text{Número de átomos} = n \times N_A$$

$$\text{Número de moléculas} = n \times N_A$$

$$\text{Masa} = n \times M$$

26 Principales Masas Atómicas para usar en los Cálculos

Elemento	m_A (u.m.a.)	Elemento	m_A (u.m.a.)	Elemento	m_A (u.m.a.)
H	1	Na	23	Fe	56
C	12	K	39	Cu	63.5
N	14	Ca	40	Al	27
O	16	Mg	24	Pb	207
S	32	Cl	35.5	Au	197
P	31	Ag	108	Mn	55

RECUERDA:

Masa molecular (covalentes) = suma de masas atómicas $\times$ subíndices.

Masa fórmula (iónicos) = igual cálculo.

$$n = m / m_A \text{ (elementos);}$$

$$n = m / M \text{ (compuestos).}$$

$$1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23} \text{ partículas.}$$

$$1 \text{ at-g} = m_A \text{ en gramos} = 1 \text{ mol de átomos.}$$

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

1. La masa molecular del H_2SO_4 es: (H=1, S=32, O=16)

- a) 80 u.m.a. b) 96 u.m.a.
c) 98 u.m.a. d) 64 u.m.a. e) 100 u.m.a.

2. ¿Cuántos átomo-gramo de calcio hay en 224 g de Ca? (Ca=40)

- a) 5.6 b) 2
c) 4 d) 0.4 e) 8

3. La masa fórmula (MF) del CaCO_3 es: (Ca=40, C=12, O=16)

- a) 80 u.m.a. b) 84 u.m.a.
c) 90 u.m.a. d) 100 u.m.a. e) 120 u.m.a.

4. ¿Cuántos mol hay en 340 g de NH_3 ? (M del $\text{NH}_3 = \text{N} + 3\text{H} = 14 + 3 = 17 \text{ g/mol}$)

- a) 10 b) 20
c) 40 d) 30 e) 50

5. La masa fórmula del $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ es: (Fe=56, S=32, O=16)

- a) 280 u.m.a. b) 340 u.m.a.
c) 400 u.m.a. d) 460 u.m.a. e) 200 u.m.a.

6. ¿Cuántos gramos de $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ hay en 5 mol? (Al=27, C=12, O=16, M=234)

- a) 1170 g b) 2340 g
c) 3000 g d) 585 g e) 4680 g

7. ¿Cuántas moléculas de CO_2 hay en 440 g de CO_2 ? (M $\text{CO}_2=44$, $N_A=6.02 \times 10^{23}$)

- a) 5 N_A b) 6 N_A
c) 8 N_A d) 10 N_A e) 12 N_A

8. La masa molecular del ácido fosfórico H_3PO_4 es: (H=1, P=31, O=16)

- a) 89 u.m.a. b) 98 u.m.a.
c) 100 u.m.a. d) 67 u.m.a. e) 110 u.m.a.

9. En el compuesto CaXO_3 , si la masa molecular es 100 u.m.a. (Ca=40, O=16), la masa atómica de X es:

- a) 16 b) 48
c) 12 d) 46 e) 24

10. ¿Cuántas moléculas de H_2CO_3 hay en 310 g? (H=1, C=12, O=16 $\rightarrow M=62$)

- a) 5 N_A b) 3 N_A
c) 4 N_A d) 7 N_A e) 9 N_A

11. El número de mol en 9.125 g de HCl es: (H=1, Cl=35.5 $\rightarrow M=36.5$)

- a) 0.75 b) 125
c) 0.50 d) 0.25 e) 0.10

12. La masa molecular se expresa en unidades de:

- a) Gramos b) u.m.a.
c) Kilogramos d) Moles e) Litros

13. ¿Cuántos gramos hay en 12×10^{24} átomos de Ca? (Ca=40, $N_A=6 \times 10^{23}$)

- a) 200 g b) 400 g
c) 800 g d) 600 g e) 1000 g

14. Si en $\text{Al}_2(\text{EO}_4)_3$ la masa molecular es 342 u.m.a. (Al=27, O=16), la m.a. de E es:

- a) 32 b) 34
c) 30 d) 36 e) 38

15. ¿Cuántos átomos de Cu hay en 192 kg de cobre? (Cu=64, $N_A=6.02 \times 10^{23}$)

- a) 12×10^{26} b) 0.6×10^{23}
c) 2.5×10^{25} d) 1.8×10^{27} e) 2.1×10^{24}

SESIÓN 3

ISÓTOPOS

PROPÓSITO: Comprender el concepto de isótopos y su relación con la masa atómica promedio, calcular la masa atómica promedio usando abundancia relativa.

MARCO TEÓRICO

3.1 Los Isótopos: Átomos del Mismo Elemento con Diferente Masa

Los ISÓTOPOS son átomos de un mismo elemento químico que tienen el mismo número atómico (Z, mismo número de protones) pero diferente número de neutrones y, por lo tanto, diferente número de masa (A).

Como tienen el mismo número de protones y electrones, los isótopos tienen propiedades químicas prácticamente idénticas, pero sus propiedades físicas (especialmente la masa) son diferentes.

La existencia de isótopos es la razón por la que las masas atómicas en la tabla periódica no son números enteros: son promedios ponderados de las masas de todos los isótopos estables de ese elemento, teniendo en cuenta la abundancia natural de cada uno.

Por ejemplo, el cloro tiene dos isótopos principales: ^{35}Cl (75.77% de abundancia) y ^{37}Cl (24.23%), lo que da una masa atómica promedio de 35.5 u.m.a.

Isótopos del carbono: ^{12}C (98.9%), ^{13}C (1.1%), ^{14}C (trazas, radioactivo)

Isótopos del hidrógeno: ^1H (protio 99.98%), ^2H (deuterio 0.015%), ^3H (tritio, radioactivo)

3.2 Cálculo de la Masa Atómica Promedio

La fórmula para calcular la masa atómica promedio a partir de los isótopos es:

$$m_A(E) = (A_1 \times \%_1 + A_2 \times \%_2 + A_3 \times \%_3 + \dots) / 100$$

Donde A_1, A_2, A_3 son los números de masa de cada isótopo y $\%_1, \%_2, \%_3$ son sus porcentajes de abundancia en la naturaleza.

La suma de todos los porcentajes debe ser siempre 100%.

Ejemplo completo:

El boro tiene dos isótopos naturales:

^{10}B con 19.6% de abundancia y ^{11}B con 80.4%.

La masa atómica promedio del boro se calcula así:

$$m_A(\text{B}) = (10 \times 19.6 + 11 \times 80.4) / 100 = (196 + 884.4) / 100 = 1080.4 / 100 = 10.81 \text{ u.m.a.}$$

3.3 Casos Especiales: Conversiones entre Moléculas, Átomos y Moles

Una habilidad fundamental en química es saber convertir entre diferentes niveles de descripción: de moléculas individuales a sus átomos constituyentes, de moles a número de átomos, y de un compuesto a la cantidad de un elemento que contiene.

CASO A - De molécula a átomos: En 1 molécula de H_3PO_4 hay 3 átomos de H, 1 átomo de P y 4 átomos de O (total 8 átomos). Este concepto usa directamente los subíndices de la fórmula.

1 molécula de H_3PO_4

● = H (Hidrógeno)
● = P (Fósforo)
● = O (Oxígeno)

Elemento	Subíndice en H_3PO_4	Nº de átomos en 1 molécula
Hidrógeno (H)	3	3
Fósforo (P)	1	1
Oxígeno (O)	4	4

TOTAL DE ÁTOMOS EN 1 MOLÉCULA
3 (H) + 1 (P) + 4 (O) = 8 átomos

CASO B - De mol a elemento: En 1 mol de H_3PO_4 (98 g) hay $3N_A$ átomos de H, $1N_A$ átomo de P y $4N_A$ átomos de O. Multiplicamos el número de átomos de cada elemento por el Número de Avogadro.

1 mol de H_3PO_4 = 98 g

Elemento	Nº de átomos en 1 molécula	Nº de átomos en 1 mol
Hidrógeno (H)	3	$3 N_A$
Fósforo (P)	1	$1 N_A$
Oxígeno (O)	4	$4 N_A$

EN 1 MOL DE H_3PO_4 HAY:
 $3 N_A$ átomos de H | $1 N_A$ átomo de P | $4 N_A$ átomos de O

CASO C - De compuesto a elemento: La masa molecular del compuesto "contiene" la masa atómica de cada elemento. Se puede calcular cuántos gramos de un elemento hay en cierta cantidad de un compuesto usando proporciones directas.

Ejemplo con H_3PO_4

H_3PO_4 $3(1.008) + 1(30.97) + 4(16.00) = 98.00 \text{ g/mol}$

H P O

↓ ↓ ↓

Masa atómica (g/mol)

Ejemplo de cálculo:
 ¿Cuántos gramos de oxígeno hay en 49.0 g de H_3PO_4 ?

98.0 g de H_3PO_4 corresponden a 64.0 g de O

49.0 g de H_3PO_4 corresponden a x g de O

$$x = \frac{49.0 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4 \times 64.0 \text{ g O}}{98.0 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4} = 32.0 \text{ g de O}$$

En 40 g de NaOH (M=40) hay 23 g de Na → porque M(NaOH) contiene mA(Na)

En 300 g de CaCO_3 (M=100) hay 3 mol → y $3 \text{ mol} \times 3 \text{ O/mol} \times 16 \text{ g/mol} = 144 \text{ g de O}$

Conversión	Fórmula	Ejemplo
Masa → Moles (elementos)	$n = m / m_A$	$280 \text{ g Fe} / 56 = 5 \text{ mol Fe}$
Masa → Moles (compuestos)	$n = m / M$	$180 \text{ g H}_2\text{O} / 18 = 10 \text{ mol H}_2\text{O}$
Moles → Átomos/Moléculas	$N = n \times N_A$	$3 \text{ mol} \times 6.022 \times 10^{23} = 1.8066 \times 10^{24} \text{ partículas}$
Moles → Masa	$m = n \times M$	$5 \text{ mol Fe} \times 56 = 280 \text{ g}$
Masa atómica promedio	$m_A = \frac{\sum(A_i \times \%_i)}{100}$	$(^{12}\text{C} \times 98.9 + ^{13}\text{C} \times 1.1) / 100 \approx 12$

RECUERDA: Isótopos: mismo Z (protones), diferente A (neutrones).

$$m_{A\text{promedio}} = \frac{\sum(A_i \times \%_i)}{100}$$

1 mol H_3PO_4 contiene $3N_A$ átomos H, $1N_A$ de P y $4N_A$ de O.

De compuesto a elemento: usar proporciones entre M y m_A .

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

1. Calcula la m_A promedio de los isótopos $^{16}\text{E}(60\%)$ y $^{18}\text{E}(40\%)$:

- a) 16.2 b) 17.0
c) 16.5 d) 16.8 e) 17.2

2. Calcula la m_A promedio de $^{26}\text{E}(55\%)$ y $^{28}\text{E}(45\%)$:

- a) 27.9 b) 26.9
c) 27.5 d) 26.4 e) 27.2

3. Calcula la m_A promedio de $^{92}\text{E}(80\%)$ y $^{96}\text{E}(20\%)$:

- a) 94.2 b) 95.8
c) 92.8 d) 93.0 e) 93.6

4. El elemento tiene dos isótopos ^{40}E y ^{42}E , y masa atómica 40.8. El % del isótopo más pesado es:

- a) 40% b) 20%
c) 30% d) 10% e) 50%

3.4 Resumen de Fórmulas de Conversión

5. ¿Cuántos átomos de H hay en 7 moléculas de benceno (C_6H_6)?

- a) 36 b) 48
c) 24 d) 42 e) 54

6. ¿Cuántos átomos de C hay en 10 moléculas de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$)?

- a) 220 b) 120
c) 110 d) 45 e) 34

7. En 20 moléculas de NH_3 , ¿cuántos átomos de nitrógeno existen?

- a) 40 b) 50
c) 20 d) 30 e) 60

8. En 5 mol de H_2O , ¿cuántos átomos de H existen?

- a) 10 N_a b) 5 N_a
c) 2 N_a d) 15 N_a e) 20 N_a

9. En 9 mol de C_3H_8 , ¿cuántos átomos de carbono existen?

- a) 72 N_a b) 36 N_a
c) 99 N_a d) 27 N_a e) 100 N_a

10. ¿Cuántos mol de H_2SO_4 contienen 12 N_a átomos de oxígeno? (H_2SO_4 tiene 4 O)

- a) 6 b) 3
c) 5 d) 7 e) 2

11. En 300 g de $CaCO_3$, ¿cuántos gramos de O existen? ($CaCO_3=100$, $O_3=48$)

- a) 48 g b) 96 g
c) 144 g d) 192 g e) 240 g

12. ¿Cuántos gramos de K hay en 112 g de KOH? ($K=39$, $O=16$, $H=1 \rightarrow M=56$)

- a) 78 g b) 32 g
c) 56 g d) 39 g e) 48 g

13. ¿Cuántos átomos hay en 90 g de agua pura? (H_2O : $M=18$, $N_a=6 \times 10^{23}$)

- a) 4.5×10^{24} b) 6×10^{24}
c) 6×10^{25} d) 9×10^{24} e) 9×10^{25}

14. ¿Cuántos neutrones hay en 2 mol de átomos de $^{40}_{18}Ar$? ($n = A - Z = 40 - 18 = 22$)

- a) 22 N_a b) 44 N_a
c) 40 N_a d) 48 N_a e) 60 N_a

15. La fórmula utilizada para hallar el número de mol de un elemento es:

- a) $n = M/m$ b) $n = m \times mA$
c) $n = m / mA$ d) $n = mA/m$ e) $n = m + M$

TAREA PARA CASA

(a) Calcula la mA promedio de un elemento con isótopos $^{32}E(75\%)$ y $^{34}E(25\%)$.

(b) En 4 mol de H_2SO_4 , ¿cuántos átomos de O hay?

(c) ¿Cuántos gramos de Na hay en 200 g de NaOH?

(d) En 10 moléculas de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), ¿cuántos átomos de O hay? Muestra el procedimiento completo.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 4

PROPIEDADES DEL ESTADO GASEOSO

PROPÓSITO: Comprender las propiedades del estado gaseoso a nivel molecular y macroscópico, conocer los parámetros de estado (P , V , T), aplicar la ecuación universal de los gases $PV=nRT$.

MARCO TEÓRICO

4.1 El Estado Gaseoso: Concepto y Características Generales

El ESTADO GASEOSO es uno de los tres estados de agregación de la materia (junto al sólido y líquido). En este estado, las moléculas se encuentran en MOVIMIENTO CAÓTICO y DESORDENADO, separadas por grandes espacios vacíos. La característica definitoria del gas es que las FUERZAS DE REPULSIÓN (F_r) predominan sobre las fuerzas de atracción (F_a): $F_r > F_a$. Esto significa que las moléculas "se repelen" entre sí, lo que explica por qué los gases tienden a ocupar todo el volumen disponible.

A diferencia de los sólidos y líquidos, los gases no tienen forma ni volumen propio: adoptan la forma y el volumen del recipiente que los contiene. Esta propiedad tiene enormes implicaciones prácticas: desde el funcionamiento de los motores de combustión, hasta los principios físicos detrás de la respiración, la aeronáutica y la meteorología.

Características: $F_a < F_r$ (repulsión domina)

Forma: variable **Volumen:** variable

4.2 Propiedades a Nivel Submicroscópico o Molecular

A escala molecular, los gases presentan tres propiedades fundamentales que se explican por la naturaleza del movimiento de sus partículas:

- **ALTO GRADO DE DESORDEN:** Las fuerzas de repulsión predominan sobre las de atracción, por lo que las moléculas se mueven libremente sin

orden fijo. Cada molécula va en una dirección distinta a las demás.

- **GRANDES ESPACIOS INTERMOLECULARES:**

Las moléculas están muy separadas entre sí. Solo el 0.1% del volumen de un gas está ocupado por las propias moléculas; el 99.9% restante es espacio vacío. Esto es lo que hace que los gases sean tan comprimibles.

- **ALTA ENERGÍA CINÉTICA:** Las moléculas se desplazan a grandes velocidades y chocan violentamente entre sí y contra las paredes del recipiente. Esta energía cinética es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas.

4.3 Propiedades a Nivel Macroscópico (Observables)

- **COMPRESIBILIDAD:** Los gases pueden disminuir su volumen cuando se aumenta la presión. Esto ocurre por los grandes espacios intermoleculares que existen y pueden reducirse. Es la base del funcionamiento de los compresores y los motores de combustión interna.

- **EXPANSIBILIDAD:** Los gases se expanden cuando aumenta la temperatura: a mayor temperatura, mayor energía cinética, y las moléculas ocupan más espacio. Un ejemplo cotidiano es el globo que se infla más en un ambiente caliente.

- **DIFUSIÓN:** Las moléculas gaseosas pueden trasladarse de un lugar a otro y atravesar otros gases. El aroma del perfume que percibimos es un ejemplo clásico de difusión: las moléculas del perfume se difunden a través del aire hasta nuestros receptores nasales.

- **EFUSIÓN o FUGACIDAD:** Los gases pueden escapar a través de pequeñas aberturas u orificios, debido a la alta presión interior. Cuando pinchamos un globo, el aire se escapa en un chorro: es efusión.

4.4 Parámetros o Funciones de Estado: P, V y T

Los gases se describen mediante tres variables o parámetros de estado que determinan completamente su comportamiento:

- **PRESIÓN (P):** Está dada por el conjunto de choques moleculares contra las paredes del recipiente. A mayor número de choques y mayor velocidad, mayor presión. La presión atmosférica estándar es: $P_{atm} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$.
- **TEMPERATURA (T):** Mide el grado de agitación molecular. En los cálculos con gases siempre debe usarse la escala KELVIN (temperatura absoluta): $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$.
- **VOLUMEN (V):** El espacio ocupado por el gas dentro del recipiente. $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$; $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$; $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$.

4.5 Condiciones Normales y Volumen Molar

Las CONDICIONES NORMALES (C.N.) o Temperatura y Presión Normales (T.P.N.) son:

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 0^{\circ}C = 273 \text{ K}$$

Bajo estas condiciones, 1 mol de CUALQUIER gas (ideal) ocupa el mismo volumen: **22.4 litros**. Este valor se denomina VOLUMEN MOLAR.

Volumen molar a C.N. = 22.4 L/mol (para cualquier gas ideal a 0°C y 1 atm)

4.6 Ecuación Universal de los Gases Ideales

La ECUACIÓN UNIVERSAL o ecuación de estado relaciona los cuatro parámetros de un gas (P, V, n, T) en una sola expresión matemática:

$$P \times V = n \times R \times T \quad \text{ó equivalentemente:}$$

$$P \times V = R \times T \times m / M$$

Donde:

P = presión (atm, torr, mmHg)

V = volumen (L, mL)

n = moles

T = temperatura (K)

R = constante universal de los gases

m = masa en gramos

M = masa molecular

Los valores de R son:

$$R_1 = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol});$$

$$R_2 = 624 \text{ mmHg}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol});$$

$$R_3 = 8.3 \text{ kPa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}).$$

Para la densidad: $P \times M = T \times R \times D$.

RECUERDA:

Estado gaseoso: $F_r > F_a$, forma y volumen variables.

$$\text{C.N.: } T=273\text{K}, P=1\text{atm}, V_m=22.4\text{L/mol}.$$

$$PV=nRT \quad (R=0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{K}\cdot\text{mol}).$$

Densidad: $PM=TRD$.

Temperatura siempre en Kelvin: $K = ^{\circ}C + 273$.
 $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$.

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

1. ¿Cuál es la principal característica del estado gaseoso?

- Las fuerzas de repulsión predominan sobre las de atracción
- Sus moléculas están muy compactas
- Tienen forma y volumen fijos
- Las fuerzas de atracción son mayores
- No poseen energía cinética

2. La compresibilidad de los gases se debe principalmente a:

- Sus altas fuerzas de atracción
- Su temperatura elevada
- Los grandes espacios intermoleculares
- Su baja energía cinética
- Sus enlaces iónicos

3. El volumen molar a condiciones normales (C.N.) es:

- a) 22.4 mL/mol b) 22.4 L/mol c) 224 L/mol
d) 224 L/mol e) 0.224 L/mol

4. Las condiciones normales (T.P.N.)

corresponden a:

- a) $T=25^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{atm}$ b) $T=100^{\circ}\text{C}$, $P=2\text{atm}$
c) $T=0^{\circ}\text{C}$, $P=2\text{atm}$ d) $T=0^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{atm}$
e) $T=27^{\circ}\text{C}$, $P=1\text{atm}$

5. La ecuación universal de los gases ideales es:

- a) $PV = RTn$ b) $PV = R/Tn$
c) $P/V = RTn$ d) $PV = RT/n$ e) $PV = nT/R$

6. La densidad de un gas se relaciona con sus parámetros según:

- a) $PM = RD/T$ b) $PT = MRD$
c) $PM = TRD$ d) $PD = TMR$ e) $MT = PRD$

7. Determina la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de 10 mol de O_2 en 82 L a 3 atm. ($R=0.082$)

- a) 0°C b) 27°C
c) 127°C d) 227°C e) 327°C

8. La propiedad del gas que permite al perfume esparcirse por el ambiente es:

- a) Compresibilidad b) Expansibilidad
c) Efusión d) Difusión e) Condensación

9. El valor de la constante R de los gases ideales es:

- a) $0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ b) $62.4 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
c) $8.3 \text{ kPa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ d) $62.4 \text{ mmHg}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$
e) $0.082 \text{ kPa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

10. La masa molecular de un gas puede calcularse con:

- a) $M = PVT/Rm$ b) $M = RT/PV$
c) $M = RTm/PV$ d) $M = PV/RT$
e) $M = m/PVT$

11. ¿Cuál es la densidad del gas CH_4 a 4.1 atm y 127°C ? ($R=0.082$, $M_{\text{CH}_4}=16$)

- a) 1 g/L b) 2 g/L
c) 4 g/L d) 8 g/L e) 0.5 g/L

12. La temperatura de 27°C convertida a escala Kelvin es:

- a) 246 K b) 27 K
c) 300 K d) 327 K e) 254 K

13. 1 atm equivale a:

- a) $760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$ b) 76 mmHg
c) 1000 mbar d) 500 torr e) 100 kPa

14. ¿Cuántos mol de CO_2 hay en 500 L a 624 mmHg y 227°C ? ($R=62.4$)

- a) 0.3 b) 0.2
c) 0.1 d) 1.5 e) 0.4

15. Según la Teoría Cinético-Molecular, la energía cinética promedio de las moléculas es proporcional a:

- a) La presión absoluta b) La temperatura absoluta
c) El volumen del recipiente d) La densidad del gas
e) La masa molecular

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 5

PROCESOS GASEOSOS RESTRINGIDOS

PROPÓSITO: Identificar y aplicar las leyes de Boyle-Mariote, Charles y Gay-Lussac para procesos isotérmico, isobárico e isocórico respectivamente, y utilizar la ecuación general de los gases para resolver problemas cuando varían simultáneamente dos o tres parámetros.

MARCO TEÓRICO

5.1 ¿Qué son los Procesos Restringidos?

Un PROCESO GASEOSO RESTRINGIDO es aquel en el que se mantiene constante la masa del gas y al menos uno de los tres parámetros de estado (P , V o T). Cuando una de estas tres variables se mantiene fija, las otras dos varían siguiendo una ley matemática precisa. Estas leyes fueron descubiertas experimentalmente antes de que se comprendiera la naturaleza molecular de los gases, y siguen siendo fundamentales para la ingeniería, la medicina y la física aplicada.

Los procesos restringidos tienen aplicaciones en nuestra vida cotidiana: la ley de Boyle explica por qué un globo se achica cuando bajamos de las montañas; la ley de Charles explica por qué los globos aerostáticos ascienden cuando se calienta el aire interior; la ley de Gay-Lussac explica por qué las llantas de los automóviles tienen mayor presión después de un viaje largo a alta velocidad (el aire se calienta).

5.2 Ley de Boyle-Mariote: Proceso Isotérmico

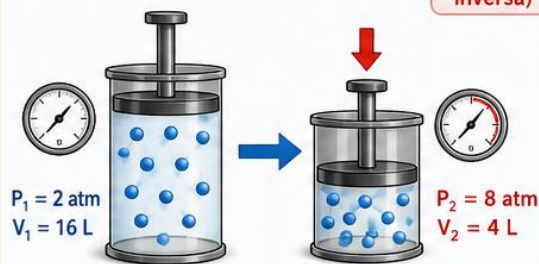
La LEY DE BOYLE-MARIOTE establece que, cuando la TEMPERATURA y la MASA del gas permanecen constantes (proceso ISOTÉRMICO), el volumen varía de forma INVERSAMENTE PROPORCIONAL a la presión. Es decir: si duplicamos la presión, el volumen se reduce a la mitad. Si la presión se reduce a la mitad, el volumen se duplica.

$$P \times V = K \text{ (constante)} \rightarrow P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad (T \text{ constante})$$

Si $P \uparrow \rightarrow V \downarrow$

Si $P \downarrow \rightarrow V \uparrow$

(relación inversa)



Ejemplo: Un gas a 2 atm y 16 L, al aumentar la presión a 8 atm:

$$V_2 = (P_1 V_1) / P_2 = (2 \times 16) / 8 = 4 \text{ L.}$$

El volumen disminuyó porque la presión aumentó.

5.3 Ley de Charles: Proceso Isobárico

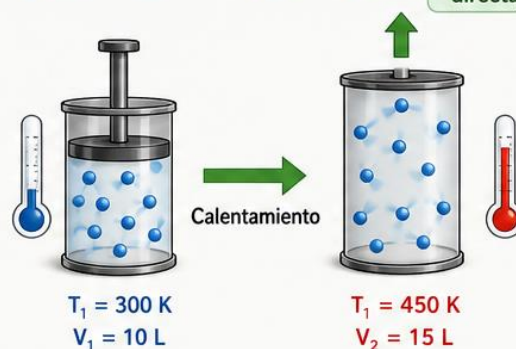
La LEY DE CHARLES establece que, cuando la PRESIÓN y la MASA del gas permanecen constantes (proceso ISOBÁRICO), el volumen varía de forma DIRECTAMENTE PROPORCIONAL a la temperatura absoluta (en Kelvin). A mayor temperatura, mayor volumen, y viceversa.

$$V/T = K \text{ (constante)} \rightarrow V_1/T_1 = V_2/T_2 \quad (P \text{ constante})$$

Si $T \uparrow \rightarrow V \uparrow$

Si $T \downarrow \rightarrow V \downarrow$

(relación directa)



IMPORTANTE: La temperatura SIEMPRE debe estar en Kelvin ($K = ^\circ C + 273$) para aplicar la ley de Charles. Un error muy común es usar grados Celsius directamente, lo que da resultados incorrectos.

5.4 Ley de Gay-Lussac: Proceso Isovolumétrico o Isocórico

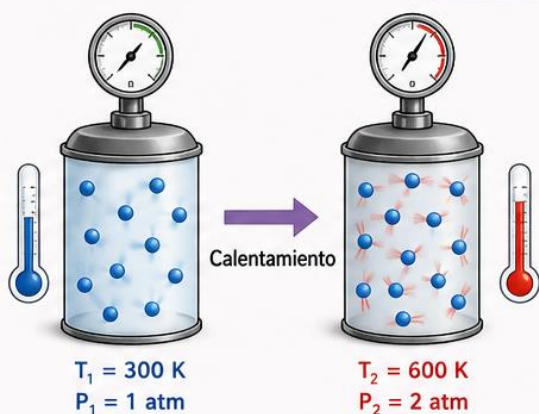
La LEY DE GAY-LUSSAC establece que, cuando el VOLUMEN y la MASA del gas permanecen constantes (proceso ISOVOLUMÉTRICO o ISOCÓRICO), la presión varía de forma DIRECTAMENTE PROPORCIONAL a la temperatura absoluta.

$$\frac{P}{T} = K \text{ (constante)} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (V \text{ constante})$$

Si $T \uparrow \rightarrow P \uparrow$

Si $T \downarrow \rightarrow P \downarrow$

(relación directa)



Esta ley explica por qué una lata de aerosol advierte que no debe exponerse a temperaturas elevadas: si el volumen es fijo (la lata) y la temperatura sube, la presión interna puede superar la resistencia del recipiente y causar una explosión.

5.5 Ecuación General de los Gases: Cuando Varían los Tres Parámetros

Cuando varían SIMULTÁNEAMENTE la presión, el volumen y la temperatura de un gas (manteniendo constante solo la masa), se usa la ECUACIÓN GENERAL DE LOS GASES, que unifica las tres leyes anteriores:

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2 = \text{constante} \quad (\text{masa del gas constante})$$

Esta ecuación fue establecida matemáticamente por el físico alemán Clausius (1822-1888) y es la más utilizada cuando un gas cambia simultáneamente su presión, volumen y

temperatura. Si se conocen 5 de las 6 variables ($P_1, V_1, T_1, P_2, V_2, T_2$), se puede calcular la sexta.

VARIANTE CON DENSIDAD: Como la masa se mantiene constante, la ecuación general también puede escribirse en términos de la densidad (D) del gas:

$$P_1 / (D_1 T_1) = P_2 / (D_2 T_2)$$

5.6 Tabla Resumen de las Leyes de los Gases

Ley	Proceso	Constante	Fórmula	Relación
Boyle-Mariote	Isotérmico	Temperatura (T)	$P_1 V_1 = P_2 V_2$	P e V : inversamente proporcionales
Charles	Isobárico	Presión (P)	$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$	V y T : directamente proporcionales
Gay-Lussac	Isocórico / Isovolumétrico	Volumen (V)	$P_1 / T_1 = P_2 / T_2$	P y T : directamente proporcionales
Ecuación General	Todos varían	Solo masa	$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$	Relaciona los 6 parámetros

RECUERDA:

Boyle: $T = \text{cte}$, $P_1 V_1 = P_2 V_2$

Charles: $P = \text{cte}$, $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$

Gay-Lussac: $V = \text{cte}$, $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$

Gral: $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$

Temperatura SIEMPRE en Kelvin ($K = ^\circ C + 273$).

Densidad: $P_1 / (D_1 T_1) = P_2 / (D_2 T_2)$

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

I. En la Ley de Boyle-Mariote, ¿qué parámetro permanece constante?

- a) Presión b) Temperatura
- c) Volumen d) Masa y presión
- e) Temperatura y volumen

2. Un gas a 2 atm y 16 L aumenta la presión a 8 atm. Su nuevo volumen (proceso isotérmico) es:

- a) 16 L b) 8 L
c) 2 L d) 4 L e) 32 L

3. En la Ley de Charles, si la temperatura aumenta a presión constante:

- a) El volumen aumenta b) El volumen disminuye
c) La presión aumenta d) La masa cambia
e) El volumen no varía

4. La expresión $V_1/T_1 = V_2/T_2$ corresponde a la Ley de:

- a) Gay-Lussac b) Boyle-Mariote
c) Charles d) Ecuación universal
e) Avogadro

5. En el proceso isovolumétrico (Gay-Lussac), ¿qué variable permanece constante?

- a) Temperatura b) Volumen
c) Presión d) Masa y temperatura
e) Volumen y presión

6. La fórmula $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$ representa la:

- a) Ley de Boyle b) Ley de Charles
c) Ley de Gay-Lussac d) Ecuación general de los gases
e) Ley de Avogadro

7. Un gas a 3 atm y 15 L aumenta la presión a 9 atm (proceso isotérmico). El nuevo volumen es:

- a) 5 L b) 3 L
c) 6 L d) 45 L e) 9 L

8. Un gas ocupa 5 L a 3 atm y 27°C. Al cambiar a 6 atm y 87°C, su volumen será:

- a) 5 L b) 4 L
c) 3 L d) 2 L e) 6 L

9. El volumen se reduce a 1/3 y la diferencia de presiones es 8 atm (isotérmico). La presión final es:

- a) 16 atm b) 12 atm
c) 14 atm d) 15 atm e) 8 atm

10. Un gas tiene densidad 2 g/L a 227°C y 5 atm. Su densidad a 127°C y 2 atm es:

- a) 0.5 g/L b) 1.75 g/L
c) 0.2 g/L d) 1 g/L e) 0.6 g/L

11. ¿Cuáles son las tres variables fundamentales del estado gaseoso?

- a) Presión, volumen y temperatura b) Volumen, tiempo y masa
c) Presión, masa y tiempo d) Temperatura, tiempo y presión
e) Masa, volumen y densidad

12. Si el volumen disminuye 20% y la temperatura aumenta 60%, la presión:

- a) Aumenta 50% b) Disminuye 100%
c) Aumenta 100% d) Disminuye 50% e) No varía

13. Si T aumenta 50% y P disminuye 50%, ¿qué ocurre con V?

- a) Aumenta 80% b) Aumenta 200%
c) No varía d) Disminuye 30% e) Disminuye 50%

14. La temperatura sube de 27°C a 87°C. Para que V no cambie, la presión varía en:

- a) 10% b) 40%
c) 100% d) 20% e) 30%

15. V varía de 300 L a 500 L, y T varía de 27°C a 127°C. La presión disminuye en:

- a) 20% b) 120%
c) 80% d) 70% e) 60%

TAREA PARA CASA

Resuelve mostrando el procedimiento:

(a) Ley Boyle: gas a 4 atm y 10 L, nueva presión = 2 atm. ¿Cuál es el nuevo volumen?
(b) Ley Charles: gas a 300 K y 6 L, nueva temperatura = 450 K. ¿Cuál es el nuevo volumen?

(c) Ecuación general: gas a 3 atm, 10 L y 300 K cambia a 1 atm y 200 K. ¿Cuál es el nuevo volumen?

(d) ¿En qué % aumenta la presión si T aumenta 40% y V disminuye 30%?

SESIÓN 6

CLASIFICACIÓN DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

PROPÓSITO: Identificar, clasificar y representar los principales tipos de reacciones químicas (combinación, descomposición, simple desplazamiento, doble desplazamiento, combustión y según su variación de energía), y aplicar el método de tanteo para balancear ecuaciones químicas simples.

MARCO TEÓRICO

6.1 ¿Qué es una Reacción Química?

Una REACCIÓN QUÍMICA es una transformación en la cual una o más sustancias iniciales (REACTIVOS) se convierten en nuevas sustancias (PRODUCTOS) con propiedades completamente diferentes.

Esta transformación ocurre porque se rompen los enlaces químicos existentes entre los átomos de los reactivos y se forman nuevos enlaces para dar lugar a los productos.

Es fundamental entender que en una reacción química, los ÁTOMOS no se crean ni se destruyen: solo se reorganizan. Esto se conoce como la **LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA**, establecida por Antoine Lavoisier.

Las reacciones químicas están presentes en absolutamente todos los aspectos de nuestra vida: la respiración celular, la fotosíntesis, la digestión de los alimentos, la combustión de los motores de los automóviles, la fabricación de medicamentos, la producción de plásticos y materiales, la corrosión de los metales, y muchos procesos industriales son todos ejemplos de reacciones químicas.

6.2 Evidencias de una Reacción Química

¿Cómo saber si ha ocurrido una reacción química? Las señales más comunes son:

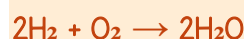
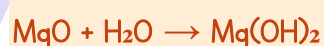
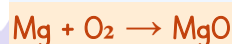
- CAMBIO DE COLOR, olor y/o sabor: por ejemplo, cuando el hierro se oxida cambia del gris metálico al color rojizo del óxido.
- LIBERACIÓN DE GAS (burbujas): cuando el vinagre reacciona con el bicarbonato, se libera CO₂ en forma de burbujas.
- FORMACIÓN DE PRECIPITADO: cuando dos soluciones transparentes reaccionan y aparece un sólido insoluble (precipitado), como el AgCl blanco al mezclar AgNO₃ con NaCl.
- CAMBIO DE TEMPERATURA: las reacciones exotérmicas liberan calor (el ambiente se calienta) y las endotérmicas absorben calor (el ambiente se enfría).

6.3 Clasificación por el Mecanismo de Reacción

REACCIÓN DE COMBINACIÓN o SÍNTESIS:

Dos o más sustancias simples o compuestas se combinan para formar una única sustancia más compleja.

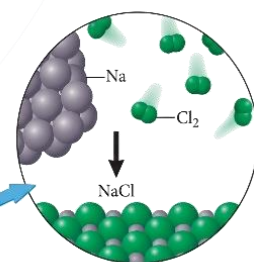
Esquema: $A + B \rightarrow AB$.



Reacción de combinación

Izquierda: metal sodio y gas cloro.

Derecha: la espectacular reacción de combinación de sodio y cloro.



REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN:

Una sola sustancia se desintegra para dar dos o más productos más simples. Puede requerir calor (pirólisis), luz (fotólisis) o electricidad (electrólisis).

Esquema: $AB \rightarrow A + B$



REACCIÓN DE SIMPLE DESPLAZAMIENTO o SUSTITUCIÓN ÚNICA:

Un elemento libre desplaza a otro elemento de un compuesto. Para que ocurra, el elemento libre debe ser más reactivo que el que desplaza.

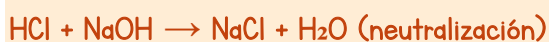
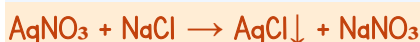
Esquema: $A + BC \rightarrow AC + B$



REACCIÓN DE DOBLE DESPLAZAMIENTO o METÁTESIS:

Los cationes de dos compuestos se intercambian entre sí, generando dos nuevos compuestos. Generalmente produce un precipitado, gas o agua.

Esquema: $AB + CD \rightarrow AD + CB$



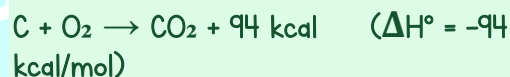
6.4 Clasificación por la Variación de Energía (Entalpía)

La **ENTALPÍA (H)** indica el contenido calórico de una sustancia. El **CAMBIO DE ENTALPÍA (ΔH°)** determina si la reacción libera o absorbe calor a condiciones estándar (25°C y 1 atm):

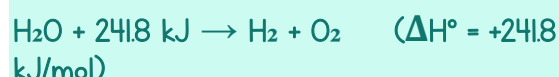
• **REACCIÓN EXOTÉRMICA ($\Delta H^\circ < 0$):** Los productos tienen **MENOR** entalpía que los reactivos, por lo que se libera energía al entorno en forma de **CALOR**. El sistema cede calor al ambiente: éste se calienta. Ejemplos: combustión, neutralización, corrosión de metales.

• **REACCIÓN ENDOTÉRMICA ($\Delta H^\circ > 0$):** Los productos tienen **MAYOR** entalpía que los reactivos, por lo que el sistema **ABSORBE** calor del entorno. El ambiente se enfría. Ejemplos: fotosíntesis, descomposición de CaCO_3 , fotólisis del agua.

Exotérmica:



Endotérmica:



6.5 Balance de Ecuaciones Químicas: Método de Tanteo

Balancear una ecuación química consiste en colocar los **COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS** adecuados delante de cada fórmula para que el número de átomos de cada elemento sea igual a ambos lados de la ecuación. El método de tanteo sigue el orden: primero metales, luego no metales (excepto H y O), luego H, y finalmente O.

Orden de balance: 1º Metales $\rightarrow$ 2º No metales ($\neq \text{H}$, $\neq \text{O}$) $\rightarrow$ 3º Hidrógeno $\rightarrow$ 4º Oxígeno

Ejemplo:



Suma de coeficientes: $2+3+1+3 = 9$

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

I. ¿Cuál de las siguientes es una reacción de DESCOMPOSICIÓN?

- a) $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
- b) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
- c) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- d) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- e) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

2. Las evidencias de una reacción química incluyen:

- a) Solo cambio de temperatura
- b) Cambio de color, liberación de gas, precipitado o cambio de temperatura
- c) Solo liberación de calor
- d) Solo cambio de olor
- e) Disolución de una sal

3. En una reacción de COMBINACIÓN o SÍNTESIS:

- a) Dos o más sustancias se unen para formar una sola
- b) Una sustancia se divide en dos o más
- c) Un elemento desplaza a otro
- d) Dos compuestos intercambian iones
- e) Se libera oxígeno

4. La ley que garantiza que una ecuación debe estar balanceada es:

- a) Ley de Gay-Lussac
- b) Ley de Charles
- c) Ley de Avogadro
- d) Ley de conservación de la masa
- e) Ley de Boyle

5. La suma de coeficientes al balancear: $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2$ es:

- a) 6 b) 7 c) 9 d) 12 e) 11

6. La reacción $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ es de tipo:

- a) Combinación
- b) Descomposición (pirólisis)
- c) Simple desplazamiento
- d) Doble desplazamiento
- e) Combustión

7. En la reacción $\text{Zn} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$, el tipo de reacción es:

- a) Desplazamiento simple
- b) Combinación
- c) Descomposición
- d) Doble desplazamiento
- e) Neutralización

8. Entre: $\text{FeS} \rightarrow \text{Fe} + \text{S}$, $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$, $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$; hay

respectivamente __ descomposición y __ adición:
a) 1 y 2 b) 3 y 1 c) 1 y 1 d) 2 y 1 e) 2 y 2

9. Una reacción es exotérmica cuando:

- a) Los reactivos absorben calor
- b) La entalpía de productos es mayor
- c) La entalpía de productos es menor que la de reactivos ($\Delta H_{\text{r}} < 0$)
- d) ΔH es positivo
- e) Solo ocurre en combustión

10. Al balancear: $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$, la suma de coeficientes es:

- a) 6 b) 12 c) 11 d) 16 e) 17

11. La reacción $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ es un ejemplo de:

- a) Doble desplazamiento (neutralización)
- b) Simple desplazamiento
- c) Síntesis
- d) Descomposición
- e) Combustión

12. La combustión COMPLETA del metano (CH_4) con O_2 produce:

- a) $\text{CO} + \text{H}_2$ b) $\text{C} + \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ d) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ e) $\text{CO}_2 + \text{H}_2$

13. La reacción $\text{BaCO}_3 + \text{calor} \rightarrow \text{BaO} + \text{CO}_2$ es:

- a) De adición y exotérmica
- b) De sustitución y endotérmica
- c) De descomposición y endotérmica
- d) De descomposición y exotérmica
- e) Redox y exotérmica

14. Al balancear $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HBr} \rightarrow 2\text{FeBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, el coeficiente del agua es:

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 5 e) 6

15. En la combustión completa del butano C_4H_{10} ($2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$), el coeficiente del O_2 es:

- a) 13 b) 10 c) 5 d) 20 e) 26

SESIÓN 7

REACCIONES REDOX

PROPÓSITO: Comprender el concepto de oxidación y reducción como transferencia de electrones, identificar el agente oxidante y reductor, determinar los estados de oxidación en compuestos y iones, y aplicar el método redox para balancear ecuaciones de óxido-reducción.

MARCO TEÓRICO

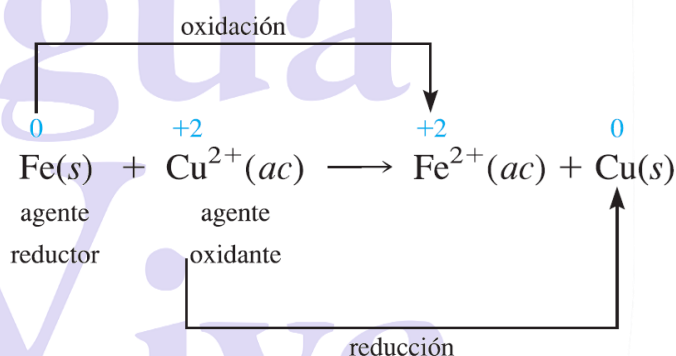
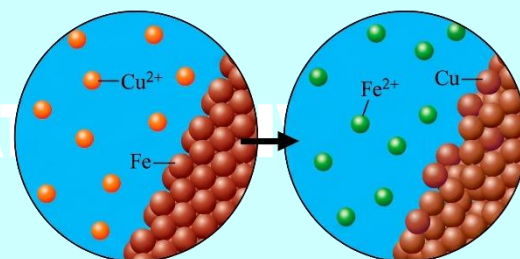
7.1 Concepto de Reacción Redox

Las REACCIONES DE ÓXIDO-REDUCCIÓN, o reacciones REDOX, son aquellas en las que ocurren TRANSFERENCIAS DE ELECTRONES entre los átomos que participan en la reacción. El término "REDOX" proviene de la combinación de REDucción y OXidación, los dos procesos que siempre ocurren simultáneamente: cuando un átomo pierde electrones (oxidación), esos electrones deben ser ganados por otro átomo (reducción). No puede haber oxidación sin reducción, y viceversa.

Las reacciones redox son fundamentales en la naturaleza y la tecnología. La respiración celular (oxidación de la glucosa) y la fotosíntesis (reducción del CO_2) son reacciones redox que sostienen la vida. Las pilas y baterías eléctricas funcionan gracias a reacciones redox controladas que convierten energía química en energía eléctrica. La corrosión del hierro, el blanqueamiento con cloro, la galvanoplastia y muchos procesos industriales son también reacciones redox.

7.2 Oxidación y Reducción: Los Dos Lados de la Misma Moneda

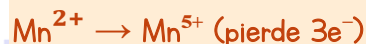
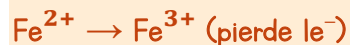
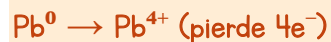
OXIDACIÓN: Es el proceso en el que un átomo **PIERDE** electrones. Como consecuencia, su Estado de Oxidación (E.O.) **AUMENTA**. El átomo que se oxida se conoce como **AGENTE**



REDUCTOR, porque al ceder sus electrones al otro reactivo, provoca que este se reduzca.

Oxidación: E.O. aumenta, **PIERDE** electrones $\rightarrow$ actúa como **AGENTE REDUCTOR**

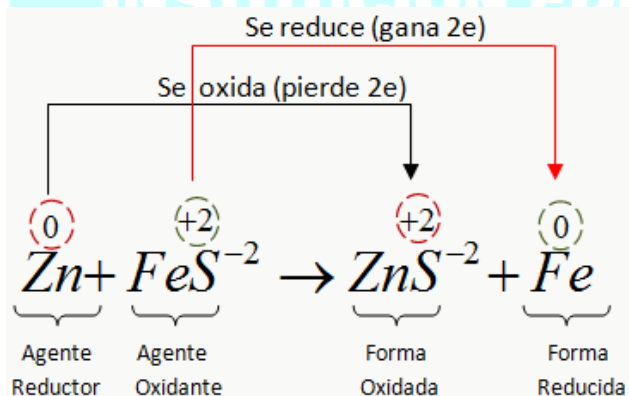
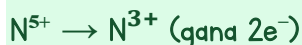
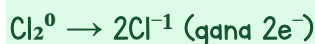
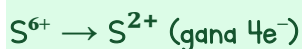
Ejemplos:



REDUCCIÓN: Es el proceso en el que un átomo **GANA** electrones. Como consecuencia, su Estado de Oxidación (E.O.) **DISMINUYE**. El átomo que se reduce se conoce como **AGENTE OXIDANTE**, porque al aceptar los electrones del otro reactivo, provoca que este se oxide.

Reducción: E.O. disminuye, GANA electrones → actúa como AGENTE OXIDANTE

Ejemplos:



7.3 Determinación del E.O. en Compuestos e Iones

El E.O. de un átomo se determina aplicando las reglas de asignación. En un compuesto neutro, la SUMA de todos los E.O. es CERO. En un ion poliatómico, la suma es igual a la CARGA del ion.

Compuesto neutro: $\sum (\text{E.O.} \times \text{subíndice}) = 0$

Ion poliatómico: $\sum (\text{E.O.} \times \text{subíndice}) = \text{carga}$

Los E.O. de referencia son:

O = -2 (siempre, excepto en peróxidos: O = -1);

H = +1 (excepto en hidruros metálicos: H = -1);

Metales del grupo IA = +1;

Grupo IIA = +2;

Al = +3.

Los demás se calculan algebraicamente.

Compuesto/Ion	Cálculo del E.O.	Resultado
KMnO ₄ (neutro)	$+1 + x + 4(-2) = 0 \rightarrow x = +7$	Mn tiene E.O. = +7
H ₂ CO ₃ (neutro)	$2(+1) + x + 3(-2) = 0 \rightarrow x = +4$	C tiene E.O. = +4
H ₂ SO ₄ (neutro)	$2(+1) + x + 4(-2) = 0 \rightarrow x = +6$	S tiene E.O. = +6
(ClO ₂) ⁻¹ (ion)	$x + 2(-2) = -1 \rightarrow x = +3$	Cl tiene E.O. = +3
C ₂ H ₆ (neutro)	$2x + 6(+1) = 0 \rightarrow x = -3$	C tiene E.O. = -3
Ca ₃ (PO ₄) ₂ (neutro)	$3(+2) + 2x + 8(-2) = 0 \rightarrow x = +5$	P tiene E.O. = +5

7.4 Pasos del Balance Redox

El MÉTODO REDOX para balancear ecuaciones de óxido-reducción sigue cuatro pasos fundamentales:

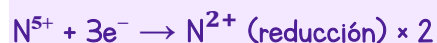
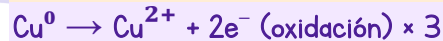
PASO 1: Determinar el E.O. de cada átomo para identificar qué elemento se oxida (E.O. aumenta) y cuál se reduce (E.O. disminuye).

PASO 2: Escribir las semirreacciones de oxidación y reducción independientemente.

Primero balancear en masa (número de átomos) y luego en carga (número de electrones ganados o perdidos).

PASO 3: Igualar el número de electrones ganados (en reducción) con los perdidos (en oxidación). Para esto, multiplicar cada semirreacción por el número adecuado para que los electrones se anulen.

PASO 4: Completar el balance de los demás átomos (H, O) usando el método de tanteo en el orden establecido.



Resultado:



RECUERDA: Oxidación: E.O. aumenta, pierde e⁻, es agente REDUCTOR. Reducción: E.O. disminuye, gana e⁻, es agente OXIDANTE.

En neutros: $\sum \text{E.O.} = 0$. En iones: $\sum \text{E.O.} = \text{carga}$. O = -2, H = +1 (regla general). Balance redox:

semirreacciones → igualar e⁻ → balancear resto.

PRÁCTICA

I. Preguntas de Selección: Marca la respuesta correcta.

1. ¿Qué ocurre en la **OXIDACIÓN** de un átomo?

- a) Ganancia de electrones
- b) Disminución del E.O.
- c) Actúa como agente oxidante
- d) Pérdida de electrones y aumento del E.O.
- e) Ganancia de protones

2. El E.O. del Mn en KMnO_4 es: $(+1 + x + 4(-2) = 0)$

- a) +7 b) +5 c) +4 d) +2 e) +6

3. En la reacción



- a) Se reduce
- b) Es agente oxidante
- c) Se oxida (pierde e^-)
- d) Gana electrones
- e) No cambia su E.O.

4. El E.O. del C en H_2CO_3 es: $(2(+1) + x + 3(-2) = 0)$

- a) +2 b) +4
- c) +6 d) +3 e) +1

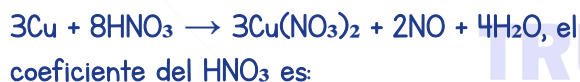
5. El **AGENTE OXIDANTE** es la **sustancia que:**

- a) Pierde electrones b) Aumenta su E.O.
- c) Actúa como reductor d) Gana electrones y disminuye su E.O.
- e) No cambia su E.O.

6. El E.O. del S en H_2SO_4 es: $(2(+1) + x + 4(-2) = 0)$

- a) +6 b) +4
- c) +2 d) +8 e) -2

7. Al balancear



- a) 4 b) 6
- c) 8 d) 10 e) 12

8. En la semirreacción $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$, el Cu:

- a) Se reduce y es agente oxidante
- b) Se oxida y es agente reductor
- c) Gana electrones
- d) Disminuye su E.O.
- e) Actúa como oxidante

9. La semirreacción $2\text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}_2^0 + 2\text{e}^-$ representa una:

- a) Reducción b) Hidrólisis
- c) Neutralización d) Oxidación
- e) Combustión

10. Al balancear:



- a) 14 b) 8 c) 5 d) 9 e) 7

11. La semirreacción correctamente balanceada es:

- a) $\text{Fe}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
- b) $\text{Ca}^0 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}^{2+}$
- c) $2\text{Cl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}_2^0 + 2\text{e}^-$
- d) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{6+} + 8\text{e}^-$
- e) $\text{P}^{5+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{P}^{3+}$

12. En la reacción $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$, el Cl_2 :

- a) Se oxida
- b) Se reduce y es el agente oxidante
- c) Es el agente reductor
- d) No cambia su E.O.
- e) Pierde electrones

13. El E.O. del C en C_2H_6 es: $(2x + 6(+1) = 0)$

- a) +4 b) +2
- c) -1 d) -3 e) +3

14. En $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$, el **AGENTE OXIDANTE** es:

- a) HNO_3 b) H_2S
- c) NO d) S e) H_2O

15. El E.O. del Cl en el ion $(\text{ClO}_2)^{-1}$ es: $(x + 2(-2) = -1)$

- a) +1 b) +2 c) +3 d) +4 e) +5