



CIENCIA Y TECNOLOGÍA



IIIBM -2026

5° SECUNDARIA

ALUMNO



Prof. Josué Arteaga Núñez



BIOLOGÍA

QUINTO DE SECUNDARIA

SESIONES DE APRENDIZAJE – III BIMESTRE

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA

Docente:

Josué Arteaga Núñez

Contenido

REPLICACIÓN DEL ADN	1
TRANSCRIPCIÓN DE ADN	5
TRADUCCIÓN.....	9
CICLO CELULAR	13
SISTEMA ÓSEO	17
SISTEMA MUSCULAR	26
SISTEMA RESPIRATORIO.....	32



SESIÓN 01

REPLICACIÓN DEL ADN

PROPÓSITO: Describir el proceso de replicación del ADN para reconocer sus etapas y enzimas clave, comprendiendo su función en la transmisión fiel de la información genética.

MARCO TEÓRICO

La **replicación del ADN** es el proceso mediante el cual una molécula de ADN se duplica por completo para formar dos copias idénticas. Este proceso es indispensable para la **división celular**: antes de que una célula se divida, necesita fabricar una copia exacta de todo su material genético, de modo que cada célula hija reciba la misma información que tenía la célula madre. Sin una replicación precisa, cada nueva generación de células iría acumulando errores hasta perder la información necesaria para funcionar correctamente.

Este proceso ocurre durante la **fase S** del ciclo celular, la etapa de síntesis que precede a la división celular propiamente dicha. Es importante distinguir la replicación de la transcripción: mientras que la replicación copia todo el ADN para producir más ADN, la transcripción solo copia fragmentos puntuales del ADN (genes) para producir ARN, como se estudiará en la siguiente sesión.

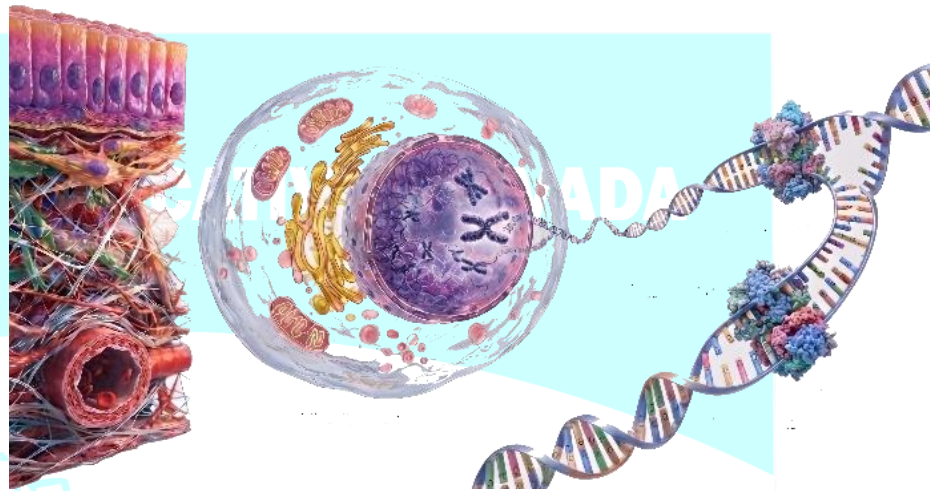
LA NATURALEZA SEMICONSERVATIVA

Cuando se descubrió la estructura del ADN, los científicos plantearon tres hipótesis posibles sobre cómo podría replicarse: de forma **conservativa** (la doble hélice original permanecería intacta y se formaría una copia enteramente nueva), **dispersiva** (las hebras nuevas y viejas quedarían mezcladas en fragmentos dentro de cada molécula) o **semiconservativa**. El experimento de Meselson y Stahl, realizado en 1958, demostró que la hipótesis correcta es la semiconservativa: cada una de las dos hebras de la doble hélice original sirve de molde para construir una hebra complementaria completamente nueva.

Como resultado, cada molécula de ADN «hija» queda formada por una **hebra parental (original)** y una **hebra recién sintetizada**. Esta estrategia tiene una gran ventaja: como una de las dos hebras siempre proviene del ADN original, se conserva un molde de referencia que reduce la posibilidad de acumular errores, garantizando así la fidelidad en la transmisión de la información genética de una generación celular a la siguiente.

LO QUE SE NECESITA PARA REPLICAR EL ADN

Para que la replicación ocurra correctamente, la célula debe disponer de varios componentes trabajando de



manera coordinada, tal como un equipo de construcción necesita planos, materiales y herramientas especializadas.

Componente	Función en la replicación
Molde	Las hebras originales de ADN, que sirven de guía para construir las hebras nuevas
Primers (cebadores)	Pequeños fragmentos de ARN que proporcionan el extremo 3'-OH necesario para que la ADN polimerasa pueda empezar a trabajar
Nucleótidos trifosfato	dATP, dGTP, dCTP y dTTP, son los «ladrillos» que se irán uniendo para formar la nueva hebra
Enzimas especializadas	ADN polimerasas, helicasas, primasa y ligasa, cada una con una tarea específica
Proteínas accesorias	Proteínas SSB (que se unen al ADN monocatenario) y topoisomerasas

Un detalle curioso es que ninguna ADN polimerasa puede iniciar la síntesis de una hebra completamente desde cero: siempre necesita un extremo 3'-OH libre al cual añadir nuevos nucleótidos. Por esta razón son indispensables los **primers**, pequeños fragmentos de ARN sintetizados por la **enzima primasa**, que le dan a la polimerasa el «punto de partida» que necesita.

ETAPA I: INICIACIÓN

La replicación no comienza en cualquier punto al azar del ADN, sino en secuencias específicas llamadas **orígenes de replicación**. En las bacterias (procariontes), que poseen un cromosoma circular relativamente pequeño, basta con un único origen, conocido como **oriC**. En cambio, el genoma de los eucariotas es mucho más extenso, por lo que replicarlo a partir de un solo punto tomaría demasiado tiempo; para solucionarlo, los eucariotas cuentan con **múltiples orígenes de replicación** distribuidos a lo largo de cada cromosoma, que actúan

de manera simultánea y permiten completar la copia de todo el ADN en un tiempo razonable.

En cada origen, unas proteínas iniciadoras se unen al ADN y provocan la separación local de las dos hebras, formando lo que se conoce como la **burbuja de replicación**: una región donde el ADN se ha abierto y queda accesible para que las enzimas de replicación puedan comenzar su trabajo.

ETAPA 2: ELONGACIÓN

Una vez formada la burbuja, la primasa sintetiza pequeños primers de ARN (de 8 a 12 nucleótidos), y a partir de ellos las ADN polimerasas comienzan a añadir nuevos nucleótidos, siempre en dirección $5' \rightarrow 3'$. Esta direccionalidad fija de la polimerasa tiene una consecuencia muy importante: como las dos hebras de la doble hélice son antiparalelas, no pueden copiarse de la misma manera.

La **hebra líder (leading strand)** se sintetiza de forma continua, siguiendo sin interrupciones a la horquilla de replicación a medida que esta avanza. La **hebra retardada (lagging strand)**, en cambio, debe sintetizarse de manera discontinua, en fragmentos cortos llamados **fragmentos de Okazaki**, ya que la polimerasa solo puede avanzar en dirección $5' \rightarrow 3'$ y en esta hebra dicha dirección se aleja constantemente de la horquilla que se va abriendo. Cada fragmento de Okazaki necesita su propio primer, por lo que la hebra retardada requiere muchos más primers que la hebra líder.

Durante toda esta etapa, las ADN polimerasas también realizan una función de **corrección de errores** (actividad exonucleasa $3' \rightarrow 5'$): si detectan que se ha incorporado un nucleótido incorrecto, pueden retroceder, eliminarlo y sustituirlo por el correcto, lo cual reduce enormemente la tasa de errores en la replicación.

ETAPA 3: TERMINACIÓN

La replicación concluye cuando dos horquillas de replicación que avanzan en direcciones opuestas se encuentran. En ese momento, los primers de ARN que quedaron intercalados en la nueva hebra son eliminados por acción de exonucleasas, y los huecos que dejan son rellenados con ADN por la ADN polimerasa. Finalmente, la **ADN ligasa** une los fragmentos, formando enlaces fosfodiéster entre nucleótidos adyacentes y sellando así cualquier interrupción en la hebra. Las dos moléculas de ADN

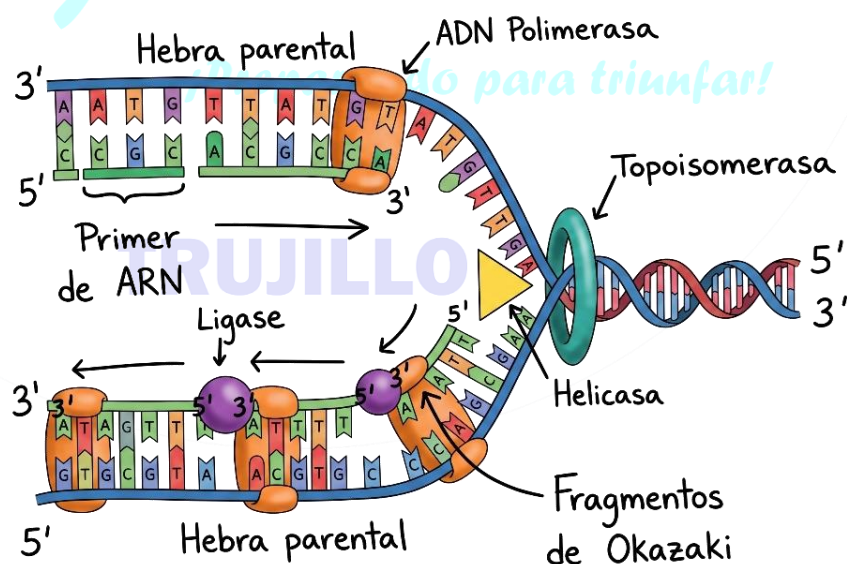
resultantes, cada una con una hebra vieja y una nueva, se separan por completo.

LAS ENZIMAS

Cada una de las enzimas involucradas en la replicación cumple una tarea muy concreta, de forma parecida a como distintos especialistas participan en la construcción de un edificio.

Enzima	Función principal
ADN helicasa	Desenrolla la doble hélice rompiendo los puentes de hidrógeno entre las bases, usando energía del ATP; forma la horquilla de replicación
ADN primasa	Sintetiza los primers de ARN necesarios para que las polimerasas puedan iniciar la síntesis
ADN polimerasa III (bacterias)	Enzima principal que sintetiza la mayor parte de ambas hebras nuevas de ADN
ADN polimerasa I (bacterias)	Elimina los primers de ARN y rellena los huecos con ADN
ADN ligasa	Une los fragmentos de ADN formando enlaces fosfodiéster; sella los fragmentos de Okazaki
Topoisomerasas	Alivian la tensión (superenrollamiento) generada por el desenrollamiento de la doble hélice
Proteínas SSB	Se unen al ADN monocatenario para evitar que las hebras separadas se vuelvan a unir antes de tiempo

Las **topoisomerasas** merecen una explicación adicional: al desenrollar la doble hélice para la replicación, se genera una tensión mecánica por delante de la horquilla, de forma similar a lo que ocurre al desenroscar una cuerda



muy retorcida. Las topoisomerasas de **tipo I** alivian esta tensión realizando cortes transitorios en una sola hebra, mientras que las de **tipo II** cortan ambas hebras simultáneamente, lo que les permite liberar tensiones más complejas y prevenir la formación de superenrollamientos que podrían bloquear el avance de la replicación.

DIFERENCIAS ENTRE PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS

Aunque el mecanismo general de la replicación es semejante en todos los seres vivos, existen diferencias importantes entre bacterias y organismos eucariotas, relacionadas principalmente con el tamaño y la organización de su material genético.

Característica	Procariotas	Eucariotas
Orígenes de replicación	Uno solo (oriC)	Múltiples orígenes por cromosoma
Velocidad aproximada	1000 nucleótidos/segundo	50 nucleótidos/segundo
Localización	Citoplasma	Núcleo
ADN polimerasas principales	Pol I, Pol II, Pol III	Pol α , Pol δ , Pol ϵ
Procesamiento posterior	No hay procesamiento post-replicative	Formación de nucleosomas y empaquetamiento de la cromatina

La menor velocidad de replicación en eucariotas se compensa precisamente con el uso de múltiples orígenes trabajando en paralelo: aunque cada horquilla avance más lento, al haber muchas replicándose al mismo tiempo, el genoma completo puede duplicarse en un tiempo razonable pese a ser mucho más grande que el de una bacteria.

IMPORTANCIA BIOLÓGICA DE UNA REPLICACIÓN FIEL

Los mecanismos de corrección de errores durante la replicación son tan precisos que, en promedio, solo se comete un error por cada mil millones de nucleótidos copiados. Sin embargo, cuando estos mecanismos fallan o son superados, pueden originarse **mutaciones** que, si ocurren en genes que controlan la división celular, pueden contribuir al desarrollo de enfermedades como el **cáncer**. Por esta razón, comprender la replicación del ADN no es solo un ejercicio teórico, sino la base para entender procesos tan relevantes como el envejecimiento celular, la aparición de enfermedades genéticas y el desarrollo de tratamientos médicos dirigidos a corregir o aprovechar estos mecanismos.

PRÁCTICA

I Preguntas de selección múltiple

1. ¿Cuál es la naturaleza de la replicación del ADN?

- a) Conservativa b) Discontinua
- c) Dispersiva d) Semiconservativa

2. ¿En qué fase del ciclo celular ocurre la replicación del ADN?

- a) Fase G1 b) Fase M
- c) Fase G2 d) Fase S

3. ¿Cuál es la función principal de la ADN helicasa?

- a) Sintetizar primers
- b) Unir fragmentos de ADN
- c) Corregir errores
- d) Desenrollar la doble hélice

4. ¿En qué dirección sintetiza la ADN polimerasa?

- a) 3' $\rightarrow$ 5' b) 5' $\rightarrow$ 3'
- c) En ambas direcciones d) No tiene dirección específica

5. ¿Qué son los fragmentos de Okazaki?

- a) Primers de ARN
- b) Fragmentos de la hebra líder
- c) Fragmentos cortos de la hebra retardada
- d) Productos de la ADN ligasa

6. ¿Cuál es la función de la primasa?

- a) Desenrollar el ADN
- b) Sintetizar primers de ARN
- c) Unir fragmentos de ADN
- d) Corregir errores de replicación

7. ¿Qué enzima une los fragmentos de Okazaki?

- a) ADN polimerasa
- b) ADN helicasa
- c) ADN ligasa
- d) Primasa

8. ¿Cuál es la función de las topoisomerasas?

- a) Sintetizar ADN
- b) Aliviar la tensión del ADN
- c) Formar primers
- d) Corregir errores

9. ¿Qué estructura se forma durante la iniciación de la replicación?

- a) Fragmento de Okazaki
- b) Horquilla de replicación
- c) Complejo primasoma
- d) Burbuja de replicación

10. ¿Qué característica tienen las ADN polimerasas para mantener la fidelidad?

- a) Síntesis bidireccional
- b) Actividad exonucleasa 3' $\rightarrow$ 5'

- c) Formación de primers
- d) Unión a proteínas SSB

II. ¿Cuántos orígenes de replicación tienen los procariotas?

- a) Ninguno b) Uno (oriC)
- c) Múltiples d) Variable según la especie

12. ¿Qué hebra se sintetiza de manera continua?

- a) Hebra molde b) Hebra líder
- c) Hebra retardada d) Hebra complementaria

13. ¿Qué proporcionan los primers para la síntesis de ADN?

- a) Energía (ATP) b) Nucleótidos trifosfato
- c) Extremo 3'-OH d) Proteínas de unión

14. ¿Cuál es la velocidad aproximada de replicación en eucariotas?

- a) 1000 nucleótidos/segundo
- b) 50 nucleótidos/segundo
- c) 500 nucleótidos/segundo
- d) 100 nucleótidos/segundo

15. ¿Qué sucede con los primers de ARN durante la terminación?

- a) Se mantienen en el ADN
- b) Se convierten en ADN
- c) Son removidos por exonucleasas
- d) Se unen permanentemente

II Frases para completar

I. La replicación del ADN sigue un mecanismo _____, donde cada nueva molécula contiene una hebra original y una hebra nueva.

2. La síntesis de ADN ocurre únicamente en dirección _____

3. Los _____ son pequeños fragmentos de ARN que proporcionan el extremo 3'-OH necesario para iniciar la síntesis.

4. La hebra _____ se sintetiza de manera continua, mientras que la hebra _____ se sintetiza en fragmentos cortos.

5. Los _____ son fragmentos cortos de ADN sintetizados en la hebra retardada.

6. La enzima _____ es responsable de desenrollar la doble hélice del ADN.

7. Las _____ alivian la tensión generada por el desenrollamiento del ADN durante la replicación.

8. La _____ une los fragmentos de Okazaki mediante la formación de enlaces fosfodiéster.

9. La replicación del ADN ocurre durante la fase _____ del ciclo celular.

10. Los _____ son secuencias específicas donde comienza la replicación del ADN.

TAREA PARA CASA: Investiga sobre el experimento de Meselson y Stahl y elabora un breve resumen (media página) explicando cómo este experimento permitió demostrar que la replicación del ADN es semiconservativa.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 02

TRANSCRIPCIÓN DE ADN

PROPÓSITO: Explicar de forma detallada cómo la transcripción copia la información del ADN en ARN mensajero, analizando las etapas y componentes clave que permiten que la información genética se pueda expresar en forma de proteínas.

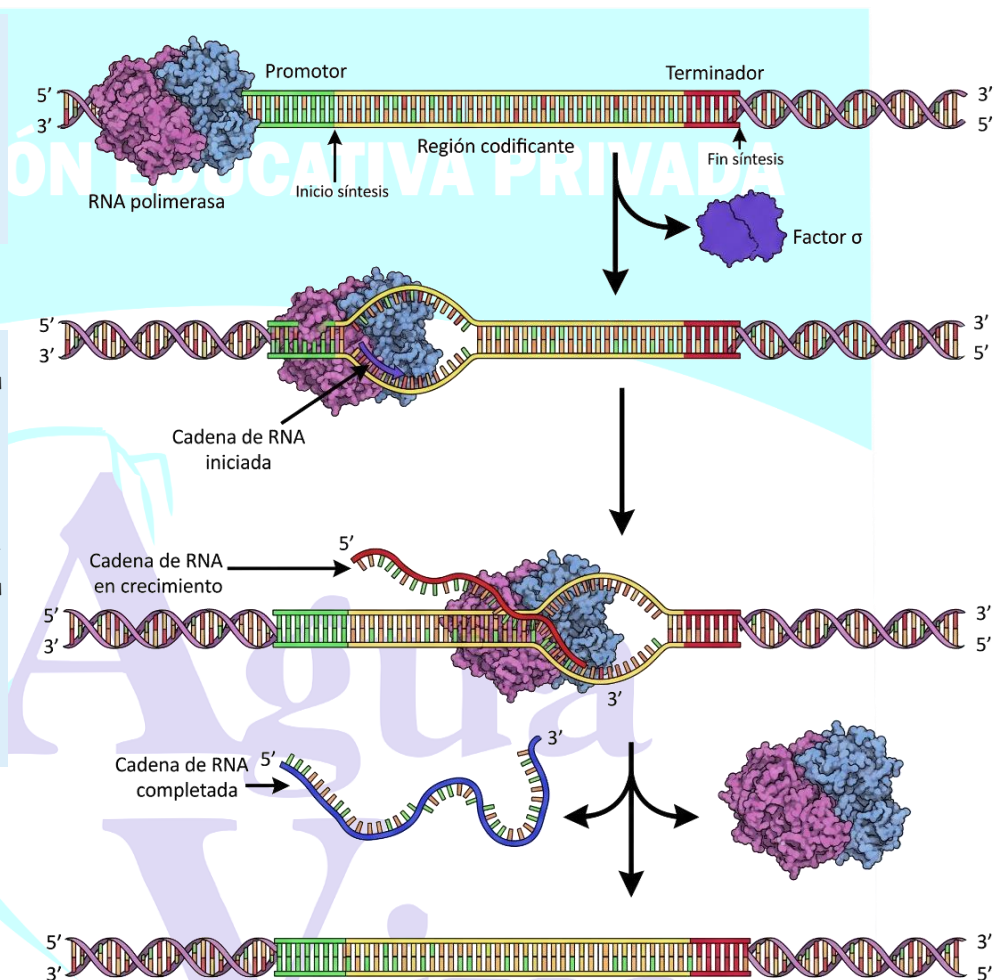
MARCO TEÓRICO

La **transcripción** es el proceso molecular mediante el cual la información genética contenida en el ADN se copia, o se transcribe, a una molécula de **ARN mensajero (ARNm)**. Este proceso representa el primer paso del **dogma central de la biología molecular**: ADN → ARN → Proteína, y es fundamental para la expresión génica, ya que permite que la información codificada en un gen sea transferida desde el núcleo hasta el citoplasma, donde posteriormente será traducida en una proteína.

Conviene notar que, a diferencia de la replicación (que copia todo el ADN una sola vez antes de la división celular), la transcripción puede repetirse muchas veces a lo largo de la vida de una célula, y solo copia los genes que la célula necesita expresar en un momento dado. Esto explica por qué, aunque todas las células de un organismo comparten el mismo ADN, existen células muy distintas entre sí (como una neurona y una célula muscular): cada una transcribe un conjunto diferente de genes.

LA NATURALEZA UNIDIRECCIONAL DE LA TRANSCRIPCIÓN

Solo una de las dos hebras del ADN, llamada **hebra molde o antisentido**, se utiliza como plantilla para sintetizar el ARN; la otra hebra, llamada **hebra codificante o sentido**, tiene una secuencia casi idéntica a la del ARN resultante (salvo que en el ADN aparece timina donde en el ARN aparece uracilo). La síntesis del ARN ocurre siempre en dirección **5' → 3'**, igual que en la replicación, lo que asegura que la expresión de cada gen se realice de forma ordenada y predecible.



REQUISITOS PARA QUE OCURRA LA TRANSCRIPCIÓN

Componente	Función
Molde	Hebra antisentido del ADN, que guía la síntesis del ARN
Promotor	Secuencia reguladora que indica dónde debe iniciar la transcripción
Nucleótidos trifosfato	ATP, GTP, CTP y UTP; los «ladrillos» que forman la nueva cadena de ARN
ARN polimerasa	Enzima principal responsable de sintetizar el ARN
Factores de transcripción	Proteínas que regulan cuándo y con qué intensidad se transcribe un gen

A diferencia de la ADN polimerasa, la **ARN polimerasa** es capaz de iniciar la síntesis sin necesidad de un primer, ya que puede comenzar directamente a partir del reconocimiento del promotor. Esta es una diferencia clave entre ambos procesos.

ETAPA 1: INICIACIÓN

La ARN polimerasa reconoce y se une a secuencias específicas del **promotor**, la región del ADN que marca el inicio de un gen. En procariotas, el promotor típico contiene las secuencias **-10 (caja de Pribnow)** y **-35**, ubicadas antes del punto donde comienza la transcripción. En eucariotas, el reconocimiento es más elaborado, pues intervienen elementos como la **caja TATA** (situada alrededor de la posición -25), el **iniciador (Inr)** y elementos adicionales como las cajas CAAT y GC, que ayudan a regular con precisión cuánto y cuándo se transcribe cada gen.

Una vez reconocido el promotor, se forma el **complejo de iniciación**: en eucariotas, esto implica el reclutamiento de varios factores de transcripción y de la propia ARN polimerasa, formando el llamado complejo de preiniciación. Después, el ADN se abre en esa región formando la **burbuja de transcripción**, y comienza la síntesis de los primeros nucleótidos de ARN.

ETAPA 2: ELONGACIÓN

Durante la elongación, la ARN polimerasa avanza a lo largo del gen sintetizando ARN de forma continua en dirección **5'→3'**. A medida que la burbuja de transcripción se desplaza, se forma temporalmente un **híbrido ARN-ADN** de unos 8 a 9 nucleótidos entre la hebra molde y el ARN recién sintetizado; inmediatamente después, las hebras de ADN vuelven a unirse (se rehibridan) detrás de la polimerasa a medida que esta continúa avanzando. En eucariotas, este proceso avanza a una velocidad aproximada de 40 a 50 nucleótidos por segundo.

ETAPA 3: TERMINACIÓN

La transcripción concluye cuando la ARN polimerasa encuentra una **señal de terminación**. En procariotas existen dos mecanismos: la terminación **independiente de Rho** (basada en estructuras del propio ARN que provocan la disociación) y la **dependiente de Rho** (que requiere una proteína adicional llamada Rho). En eucariotas, la terminación está asociada a señales de **poliadenilación** y corte del transcrito. Al finalizar, el ARN recién formado se libera del molde, la polimerasa se disocia del ADN y, en eucariotas, el ARN comienza de inmediato su procesamiento.

LA ARN POLIMERASA

En las bacterias existe una sola **ARN polimerasa** que transcribe todos los genes; está compuesta por un núcleo enzimático (subunidades $\alpha_2\beta\beta'\omega$) más un **factor sigma**, que se asocia temporalmente para permitirle reconocer el promotor correcto. En los eucariotas, en cambio, existen tres ARN polimerasas especializadas, cada una encargada de transcribir un tipo distinto de ARN.

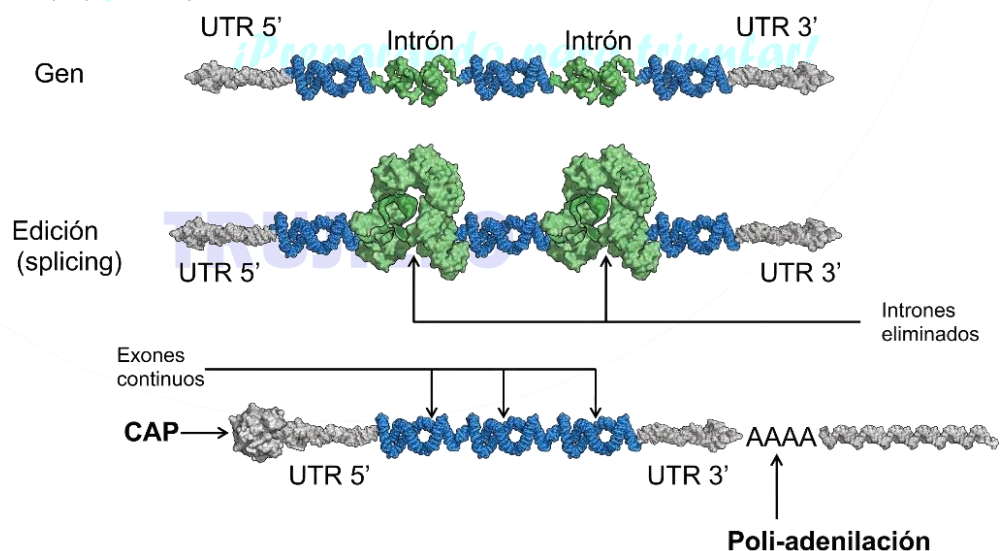
ARN polimerasa (eucariotas)	Tipo de ARN que transcribe
ARN polimerasa I	Genes de ARN ribosómico (ARNr), excepto el 5S
ARN polimerasa II	Genes de ARN mensajero (ARNm) y microARN
ARN polimerasa III	Genes de ARN de transferencia (ARNt), ARNr 5S y otros ARN pequeños

LOS FACTORES DE TRANSCRIPCIÓN

Además de la ARN polimerasa, la transcripción en eucariotas depende de numerosas proteínas reguladoras. Los **factores generales** (TFIIA, TFIIB, TFIID, TFIIE, TFIIIF y TFIIH) son indispensables para que ocurra la transcripción basal, ya que ayudan a reconocer el promotor y a formar el complejo de iniciación. Además existen **factores específicos**, que ajustan la intensidad de la transcripción según las necesidades de la célula: los **activadores** aumentan la velocidad de transcripción, los **represores** la disminuyen o la bloquean, y los **mediadores** son complejos que facilitan la comunicación entre los activadores y toda la maquinaria transcripcional.

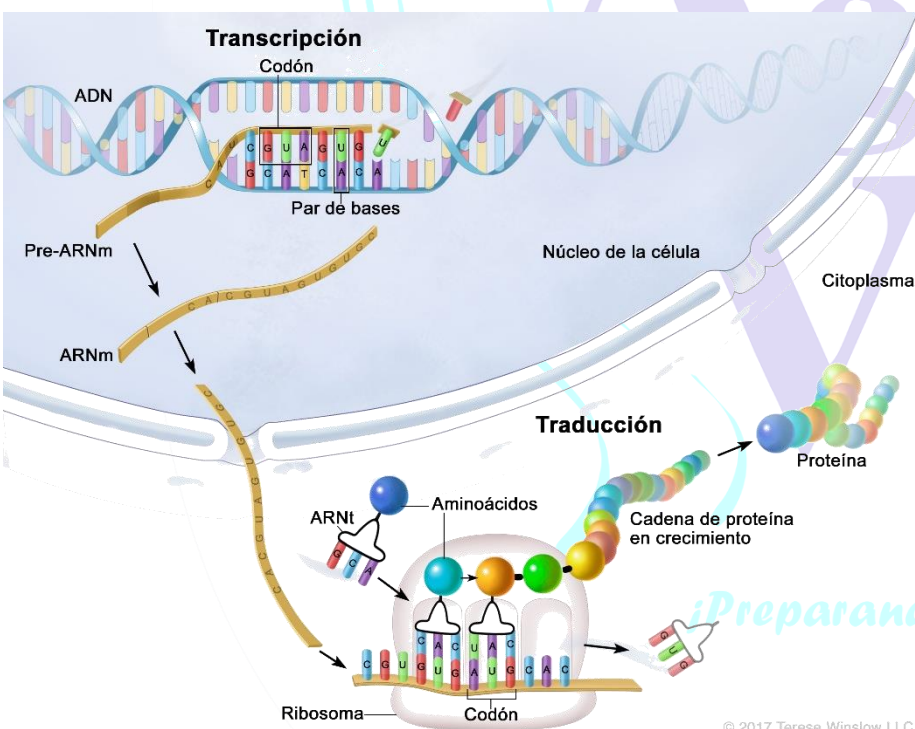
EL PROCESAMIENTO DEL ARN EN EUCARIOTAS

A diferencia de las bacterias, en los eucariotas el ARN recién transcrito (llamado **ARN precursor o pre-ARNm**) debe atravesar varias modificaciones antes de convertirse en un ARN mensajero maduro capaz de salir del núcleo.



Modificación	Descripción
Caperuza 5' (5' cap)	Adición de una 7-metilguanosina en el extremo 5' del ARN, que lo protege de la degradación y facilita el inicio de la traducción
Poliadenilación 3'	Adición de una cola de aproximadamente 200 adeninas en el extremo 3', que estabiliza el ARNm y regula su traducción
Splicing (empalme)	Eliminación de los intrones (secuencias no codificantes) y unión de los exones (secuencias codificantes) mediante el espliceosoma

El **splicing** tiene una consecuencia notable conocida como **splicing alternativo**: al combinar los exones de un mismo gen de distintas maneras, una célula puede producir varias proteínas diferentes a partir de un solo gen, lo cual ayuda a explicar cómo el genoma humano, con relativamente pocos genes, puede dar origen a una enorme diversidad de proteínas.



© 2017 Terese Winslow LLC
U.S. Govt. has certain rights

PRÁCTICA

I Preguntas de selección

1. ¿Qué molécula se forma directamente al finalizar el proceso de transcripción?

- a) ADN b) Ribosoma
c) Proteína d) ARN mensajero

2. ¿Qué hebra del ADN se utiliza como molde durante la transcripción?

- a) Hebra codificante b) Hebra doble
c) Hebra promotora d) Hebra antisentido

3. ¿En qué dirección se sintetiza la cadena de ARN durante la transcripción?

- a) 3' → 5' b) En ambas direcciones
c) 2' → 4' d) 5' → 3'

4. ¿Qué enzima es responsable de sintetizar el ARN durante la transcripción?

- a) ARN polimerasa b) ARN primasa
c) ADN helicasa d) Ligasa

5. ¿Qué estructura actúa como señal para iniciar la transcripción?

- a) Iniciador Shine-Dalgarno b) Ribosoma
c) Silenciador d) Promotor

6. ¿Cuál es la principal función de los factores generales de transcripción?

- a) Traducir proteínas
b) Reconocer promotores y formar el complejo de iniciación
c) Cortar intrones
d) Transportar aminoácidos

7. ¿Qué tipo de ARN transcribe la ARN polimerasa II en eucariotas?

- a) ARNt b) ARNm y microARN
c) ARNr 5S d) ARNr (excepto 5S)

8. ¿Cuál de las siguientes es una modificación co-transcripcional del ARNm en eucariotas?

- a) Traducción simultánea
b) Adición de caperuza 5'
c) Duplicación génica
d) Replicación

9. ¿Cuál es la función de la caperuza 5' del ARNm?

- a) Degradar ARN sobrante
b) Señalar el inicio de traducción en el ribosoma
c) Proteger el ARN de la degradación y facilitar la traducción
d) Unirse al ADN

10. ¿Qué proceso elimina las secuencias no codificantes del ARN precursor en eucariotas?

- a) Transducción b) Replicación
- c) Splicing d) Codificación

11. ¿Cuál es el propósito de la cola poli-A en el ARNm?

- a) Iniciar la transcripción
- b) Servir de molde para síntesis de proteínas
- c) Estabilizar el ARNm y regular la traducción
- d) Transportar el ARNm al núcleo

12. ¿Qué estructura o complejo es responsable del splicing?

- a) Ribosoma b) Espliceosoma
- c) ARN polimerasa III d) Lisosoma

13. ¿Dónde ocurre la transcripción en las células eucariotas?

- a) Citoplasma b) Ribosomas
- c) Núcleo d) Mitocondria

14. ¿Qué tipo de control ejercen los activadores en la regulación de la transcripción?

- a) Negativo, bloqueando el ARN
- b) Positivo, facilitando la unión de la ARN polimerasa
- c) Inhibitorio total
- d) Traductivo

15. ¿Qué elementos aumentan la velocidad de transcripción y pueden actuar a distancia?

- a) Promotores b) Enhancers
- c) Intrones d) Terminadores

II. Frases para completar

1. La transcripción es el proceso mediante el cual la información del _____ se transfiere a una molécula de _____
2. La síntesis de ARN ocurre en dirección _____, utilizando como guía la hebra _____ del ADN.
3. El complejo de iniciación se forma por la unión de la _____ y los _____ al _____
4. En eucariotas, la transcripción ocurre en el _____, mientras que en procariotas ocurre en el _____
5. Una de las primeras modificaciones al ARNm en eucariotas es la adición de la _____, una estructura de _____
6. La _____, formada por adeninas, se añade al extremo _____ del ARNm y sirve para su _____
7. El proceso de _____ elimina los _____ y une los _____ para generar un ARNm maduro.
8. Los _____ son secuencias que aumentan la velocidad de transcripción y pueden actuar a distancia.
9. En los eucariotas, la ARN polimerasa _____ transcribe los genes que codifican para ARNm.
10. Los _____ disminuyen o bloquean la transcripción al impedir la formación del complejo de iniciación.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 03

TRADUCCIÓN

PROPÓSITO: Analizar de manera integral cómo la traducción interpreta la secuencia del ARN mensajero para ensamblar aminoácidos en un orden específico, dando lugar a proteínas con funciones estructurales, enzimáticas o reguladoras.

MARCO TEÓRICO

La **traducción** es el proceso molecular mediante el cual la información contenida en el ARN mensajero (ARNm) se decodifica para sintetizar proteínas. Representa el segundo y último paso del dogma central de la biología molecular: ADN → ARN → **Proteína**.

La importancia de la traducción radica en que es el punto donde la información genética finalmente se materializa en productos funcionales. Toda la información almacenada en el ADN y copiada al ARN sería inútil si no pudiera convertirse en proteínas, ya que son estas las que ejecutan prácticamente todas las funciones celulares: desde la catálisis de reacciones químicas (enzimas) hasta la formación de estructuras (como el colágeno) o el transporte de sustancias (como la hemoglobina).

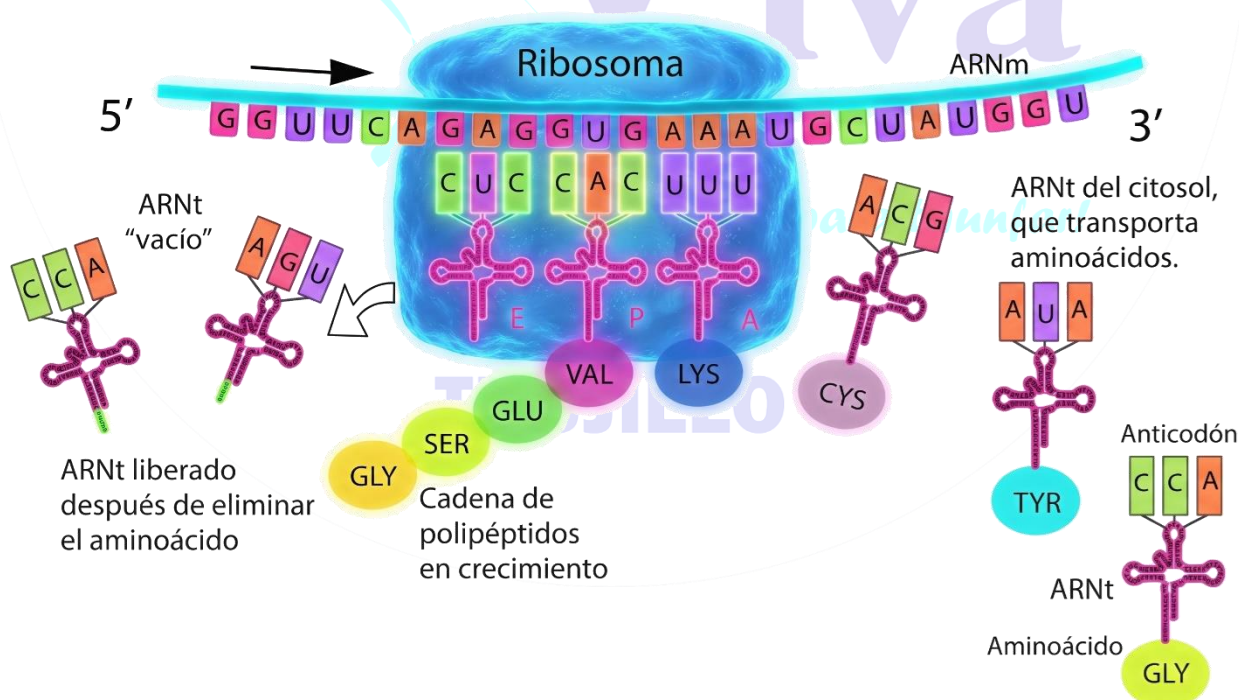
EL CÓDIGO GENÉTICO: EL DICCIONARIO DE LA VIDA

El código genético es un sistema de correspondencia entre **tripletes de nucleótidos** (llamados codones) y aminoácidos específicos. Puede pensarse como un diccionario molecular que traduce el «idioma» de los ácidos nucleicos (con solo 4 letras: A, U, G, C) al

«idioma» de las proteínas (con 20 aminoácidos distintos).

Este código posee varias propiedades notables. Es **universal**, ya que es prácticamente idéntico en todos los seres vivos, lo cual es una fuerte evidencia del origen común de la vida y permite, por ejemplo, que un gen humano insertado en una bacteria pueda seguir produciendo la misma proteína. Es **degenerado**, pues la mayoría de los aminoácidos están codificados por más de un codón, lo cual ofrece cierta protección frente a mutaciones puntuales (un cambio en la tercera posición de un codón, a menudo, sigue codificando el mismo aminoácido). Además, el código **no presenta solapamiento** (los codones se leen de manera consecutiva, sin compartir nucleótidos entre ellos, como las palabras de un texto) y debe leerse siempre en el **marco de lectura** correcto para producir la proteína adecuada.

Tipo de codón	Descripción
Codón de iniciación	AUG; codifica metionina en eucariotas (N-formilmetionina en procariotas) y marca el inicio de la traducción
Codones sentido	61 codones que codifican para los 20 aminoácidos
Codones de terminación (stop)	UAA, UAG y UGA; no codifican ningún aminoácido y señalan el final de la síntesis



LO QUE SE NECESITA PARA TRADUCIR

Componente	Función
ARN mensajero (ARNm)	Contiene la información genética en forma de codones
ARN de transferencia (ARNt)	Moléculas adaptadoras que transportan aminoácidos específicos
ARN ribosómico (ARNr)	Componente estructural y catalítico de los ribosomas
Ribosomas	Complejos ribonucleoproteicos donde ocurre la síntesis de proteínas
Aminoácidos	Unidades básicas para construir las proteínas
Factores de traducción	Proteínas que regulan y facilitan el proceso

aminoácidos. Presenta una característica estructura tridimensional en forma de «L», con un **brazo aceptor** en su extremo 3', donde se une covalentemente el aminoácido correspondiente, y un **brazo del anticodón**, que contiene tres nucleótidos complementarios al codón del ARNm.

La especificidad de este sistema depende de unas enzimas llamadas **aminoacil-ARNt sintetetasas**, encargadas de unir cada ARNt únicamente con su aminoácido correspondiente. Sin esta precisión, el código genético perdería todo su sentido, ya que un ARNt cargado con el aminoácido equivocado introduciría errores en la proteína final.

ETAPA I: INICIACIÓN

El **codón de inicio AUG** marca el punto donde comienza la traducción y establece el marco de lectura correcto para todo el resto del ARNm. En procariotas, la subunidad ribosómica pequeña se une al ARNm gracias a la **secuencia Shine-Dalgarno**, ubicada justo antes del codón AUG. En eucariotas, el proceso es algo más complejo: el ribosoma reconoce primero la caperuza 5' y luego «explora» el ARNm hasta encontrar el primer codón AUG.

Una vez localizado el codón de inicio, se ensambla el ribosoma completo: el ARNt iniciador (que porta metionina) se ubica en el sitio P, y ambas subunidades ribosómicas se unen para formar el ribosoma funcional, con la ayuda de varios factores de iniciación.

ETAPA 2: ELONGACIÓN

Durante la elongación, cada aminoácido se añade mediante un ciclo de tres pasos que se repite una y otra vez hasta llegar a un codón de terminación. Primero, un **aminoacil-ARNt** (cargado con su aminoácido) ingresa al sitio A del ribosoma, un proceso que requiere energía en forma de GTP. Luego ocurre la **formación del enlace peptídico**, una reacción catalizada por la peptidil transferasa (una actividad del propio ARN ribosómico, no de una proteína), que transfiere la cadena peptídica del sitio P al aminoácido recién llegado en el sitio A.

Finalmente ocurre la **translocación**: el ribosoma se desplaza una posición hacia el extremo 3' del ARNm, de modo que el ARNt que estaba en el sitio A pasa al sitio P (llevando consigo la cadena peptídica), y el ARNt que estaba en el sitio P pasa al sitio E, desde donde se libera para ser reutilizado. Este ciclo se repite para cada nuevo aminoácido que se incorpora a la proteína en crecimiento.

EL RIBOSOMA: LA FÁBRICA DE PROTEÍNAS

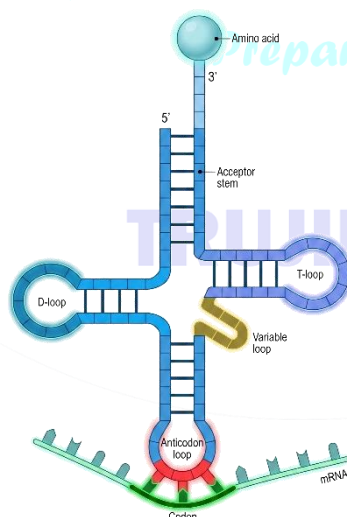
El ribosoma es la maquinaria celular donde se ensamblan las proteínas. Está formado por dos subunidades, una mayor y una menor, cada una compuesta por ARN ribosómico y numerosas proteínas.

Característica	Procariotas (70S)	Eucariotas (80S)
Subunidad mayor	50S (ARNr 23S y 5S; ~34 proteínas)	60S (ARNr 28S, 58S y 5S; ~49 proteínas)
Subunidad menor	30S (ARNr 16S; ~21 proteínas)	40S (ARNr 18S; ~33 proteínas)
Localización	Citoplasma	Citoplasma libre o unido al retículo endoplásmico

Dentro del ribosoma existen tres sitios activos clave: el **sitio A (aminoacil)**, donde se une el ARNt que porta el siguiente aminoácido a incorporar; el **sitio P (peptidil)**, donde se encuentra el ARNt que sostiene la cadena de proteína en crecimiento; y el **sitio E (exit)**, por donde se libera el ARNt ya descargado antes de abandonar el ribosoma.

EL ARNt

El ARN de transferencia (ARNt) actúa como un **adaptador molecular** que conecta la información genética (codones) con la secuencia de



ETAPA 3: TERMINACIÓN

Cuando el ribosoma llega a uno de los **codones de terminación** (UAA, UAG o UGA), que no son reconocidos por ningún ARNt, entran en acción los **factores de liberación** (RF1 y RF2 en procariotas, eRF1 en eucariotas), que provocan la hidrólisis del enlace entre la proteína completada y el último ARNt, liberando así la nueva proteína. Finalmente, las subunidades ribosómicas se separan y quedan disponibles para iniciar una nueva ronda de traducción.

MODIFICACIONES POST-TRADUCCIONALES

Una proteína recién sintetizada rara vez está lista para funcionar de inmediato: suele requerir modificaciones adicionales que determinan su forma final, su ubicación dentro de la célula o su actividad.

Modificación	Efecto
Plegamiento asistido por chaperonas	Ayuda a la proteína a adoptar su forma tridimensional correcta
Fosforilación	Adición de grupos fosfato que regulan la actividad de la proteína
Glicosilación	Adición de carbohidratos que influyen en su función y ubicación
Ubiquitinación	Marca a la proteína para su degradación cuando ya no es necesaria
Proteólisis	Corte de la proteína en fragmentos para activarla o procesarla

Código Genético

Segunda letra

Primera letra	Segunda letra				Tercera letra
	U	C	A	G	
	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Alto UAG } Alto	UGU } Cys UGC } UGA } Alto UGG } Trp	
	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	
	AUU } Ile AUC } AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	
	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	

DIFERENCIAS ENTRE PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS

Una diferencia notable es que, en las bacterias, la traducción puede comenzar **simultáneamente** con la transcripción, incluso antes de que el ARNm esté completamente sintetizado, ya que ambos procesos ocurren en el mismo compartimento (el citoplasma). En los eucariotas, en cambio, la transcripción ocurre en el núcleo y la traducción en el citoplasma, por lo que ambos procesos están **separados temporalmente**, y el ARNm debe completar su procesamiento (splicing, adición de caperuza y cola poli-A) antes de salir del núcleo para ser traducido. Además, en las bacterias es común que **varios ribosomas** traduzcan simultáneamente un mismo ARNm, formando polirribosomas que maximizan la producción de proteínas.

PRÁCTICA

I Preguntas de selección

1. ¿Cuál es el segundo paso del dogma central de la biología molecular?

- Replicación → Transcripción
- ADN → ARN
- Traducción → Transcripción
- Transcripción → Traducción

2. El codón AUG en la traducción cumple la función de:

- Señal de terminación
- Codificar para triptófano
- Codón silencioso
- Codón de inicio

3. El código genético se considera degenerado porque:

- Un codón codifica varios aminoácidos
- No tiene redundancia
- Cambia según la especie
- Varios codones pueden codificar el mismo aminoácido

4. La lectura del ARNm ocurre en dirección:

- 5' → 3'
- 3' → 5'
- Aleatoria
- Depende del ribosoma

5. En eucariotas, la subunidad mayor del ribosoma es:

- 60S
- 50S
- 30S
- 80S

6. En procariotas, la subunidad menor del ribosoma contiene:

- ARNr 16S
- ARNr 18S
- ARNr 23S
- ARNr 28S

7. El sitio del ribosoma donde llega el nuevo ARNt con aminoácido es el:

- Sitio P
- Sitio E
- Sitio A
- Sitio T

8. El brazo del anticodón del ARNt:

- a) Une el aminoácido
- b) Contiene el anticodón complementario al codón del ARNm
- c) Cataliza la unión peptídica
- d) Se une al ribosoma

9. En la elongación, la formación del enlace peptídico es catalizada por:

- a) Aminoacil-ARNt sintetasa
- b) Peptidil transferasa
- c) Polimerasa ribosomal
- d) Ligasa peptídica

10. Los codones UAA, UAG y UGA son:

- a) De iniciación
- b) Sentido
- c) Silenciosos
- d) De terminación

11. En procariotas, la traducción inicia gracias a la secuencia:

- a) Shine-Dalgarno
- b) Kozak
- c) Caperuza 5'
- d) Poli-A

12. La modificación post-traducciona que marca proteínas para degradación es:

- a) Glicosilación
- b) Ubiquitinación
- c) Fosforilación
- d) Acetilación

13. En eucariotas, la traducción ocurre:

- a) Simultánea a la transcripción
- b) Después del procesamiento del ARNm
- c) Sin ribosomas
- d) Dentro del núcleo

14. La estructura general de los ribosomas procariotas es:

- a) 70S
- b) 60S
- c) 80S
- d) 50S

15. El codón de inicio en eucariotas codifica para:

- a) N-formilmetionina
- b) Triptófano
- c) Metionina
- d) Serina

II. Verdadero o falso

- 1. El código genético es universal en todos los seres vivos. ()
- 2. El sitio P del ribosoma es donde llega el ARNt nuevo con aminoácido. ()
- 3. En la elongación, la translocación del ribosoma consume energía en forma de GTP. ()
- 4. En eucariotas, la traducción y la transcripción ocurren al mismo tiempo en el citoplasma. ()
- 5. La fosforilación es una modificación post-traducciona que regula la actividad de proteínas. ()

III. Frases para completar

- 1. El codón _____ marca el inicio de la traducción.
- 2. En procariotas, la subunidad mayor del ribosoma es _____S.
- 3. El ARNt lleva el aminoácido específico en su extremo _____.
- 4. Los codones UAA, UAG y UGA se conocen como codones _____.
- 5. La traducción ocurre en dirección de lectura _____ a _____.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 04

CICLO CELULAR

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

MARCO TEÓRICO

En los organismos pluricelulares, las células deben producirse constantemente para el crecimiento del cuerpo y para reemplazar a las que mueren por desgaste o daño, conservando así las características de cada tejido.

Para lograrlo, las células se dividen constantemente dando origen a nuevas células. El **ciclo celular** es la secuencia ordenada de eventos que atraviesa una célula desde que se forma hasta que vuelve a dividirse. Comprende dos etapas: la **interfase** y la **división**.

LA INTERFASE

Lejos de ser un período de «descanso», la interfase es la etapa de mayor actividad metabólica del ciclo: la célula crece, duplica sus estructuras internas y acumula reservas para dividirse con éxito. Se subdivide en tres períodos sucesivos.

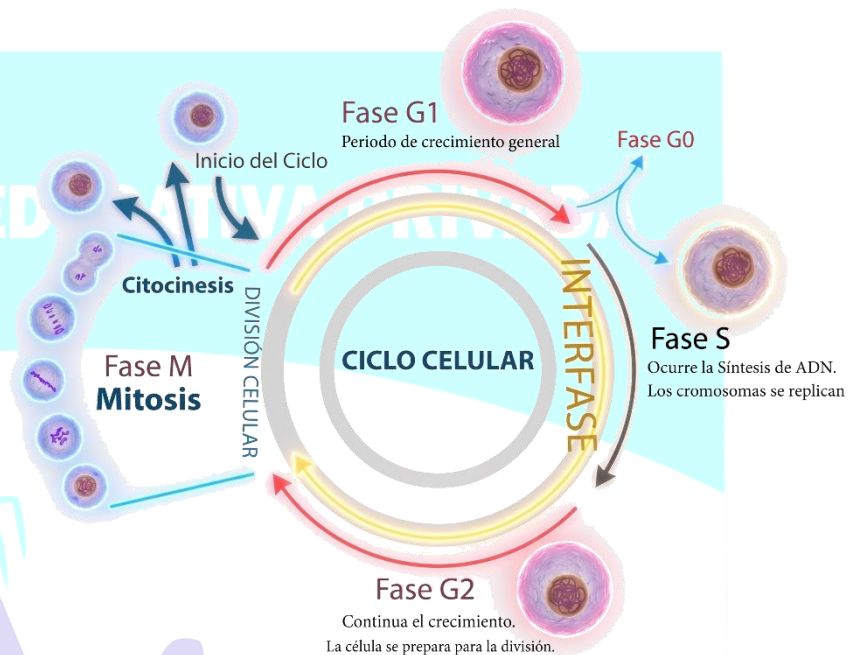
El **período G1** es la etapa de crecimiento: aumenta el volumen citoplasmático por la síntesis de proteínas y la formación de nuevas organelas. El **período S** es el momento de la **duplicación de la cromatina**, es decir, la replicación de todo el material genético. Finalmente, el **período G2** acumula energía para la división y verifica que el ADN se haya replicado correctamente.

La duración del ciclo varía según el tipo celular: S, G2 y la mitosis suelen ser bastante constantes, mientras que G1 es el período más variable y puede durar desde horas hasta años.

Algunas células abandonan el ciclo activo y entran en un estado de reposo conocido como **período G0**, como ocurre con las neuronas maduras y las células del músculo cardíaco, que ya no vuelven a dividirse.

LOS PUNTOS DE CONTROL DEL CICLO CELULAR

Para dividirse con seguridad, la célula cuenta con «puntos de control» o **checkpoints**: momentos en los que verifica que todo esté en orden antes de avanzar. Si detecta un problema, el ciclo se detiene para corregirlo o, si el daño es grave, activa la autodestrucción celular.



El **punto de control G1** verifica que el ADN esté intacto y que la célula tenga el tamaño adecuado antes de iniciar la fase S. El **punto de control G2** revisa que el ADN se haya duplicado sin errores antes de iniciar la mitosis. Finalmente, el **punto de control del huso mitótico** (o punto M) verifica que todos los cromosomas estén unidos al huso antes de separarse, evitando errores en el número de cromosomas de las células hijas.

LA REGULACIÓN MOLECULAR

El avance del ciclo está dirigido por un conjunto de proteínas reguladoras. Las **ciclina** varían cíclicamente en concentración y se unen a las **quinasas dependientes de ciclina (CDK)**. Las CDK son inactivas por sí solas; al combinarse con su ciclina forman un complejo activo que fosforila otras proteínas, activándolas o desactivándolas para impulsar el avance del ciclo.

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 de estas proteínas mutan, los puntos de control pueden fallar y permitir que células dañadas sigan dividiéndose sin control: uno de los mecanismos que subyacen al **cáncer**.

LA DIVISIÓN CELULAR: CARIOCINESIS Y CITOCINESIS

La división comprende dos procesos: la **cariocinesis**, que reparte el material genético en dos núcleos y corresponde a las cuatro fases de la mitosis; y la **citocinesis**, que divide el citoplasma y separa a la célula en dos células hijas independientes.

El mecanismo general es similar en células animales y vegetales, aunque con diferencias estructurales. En las **células animales**, la mitosis es «astral»: los centrosomas generan un áster de microtúbulos además del huso. En las **células vegetales**, en cambio, es «anastral»: al no haber centrosomas, el huso se organiza desde casquetes polares, sin áster.

Esto también se refleja en la citocinesis. En células animales, un anillo contráctil de microfilamentos profundiza un surco ecuatorial hasta dividir la célula en dos. En células vegetales, la rigidez de la pared lo impide; en su lugar, vesículas del Golgi se fusionan en el centro para formar una nueva pared, en una estructura conocida como **fragmoplasto**.

LA MITOSIS

La **mitosis** es el proceso mediante el cual una célula diploide origina dos células hijas diploides ($2n$) genéticamente idénticas, repartiendo el ADN ya duplicado en la fase S. Se describe tradicionalmente en cuatro fases, aunque en realidad es un proceso continuo.

Profase

Se condensa la cromatina y se hacen visibles los cromosomas dobles (dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero). Se desorganizan el nucléolo y la carioteca, y los centrosomas migran hacia polos opuestos formando el huso acromático, cuyos microtúbulos se anclan a una estructura llamada **cinetocoro**, ubicada sobre el centrómero. En la prometafase, la carioteca se desorganiza por completo y el huso se conecta con los cromosomas a través de los cinetocoros.

Metafase

Los microtúbulos del huso invaden la región central de la célula y los cromosomas, aún dobles, se alinean allí formando la **placa cromosómica ecuatorial**, lo que garantiza que cada cromátida se dirija correctamente a un polo al separarse.

Anafase

Las dos cromátidas hermanas de cada cromosoma se separan y pasan a ser cromosomas hijos independientes. El acortamiento de las fibras del huso los arrastra, con

el centrómero por delante, hacia los polos opuestos de la célula.

Telofase:

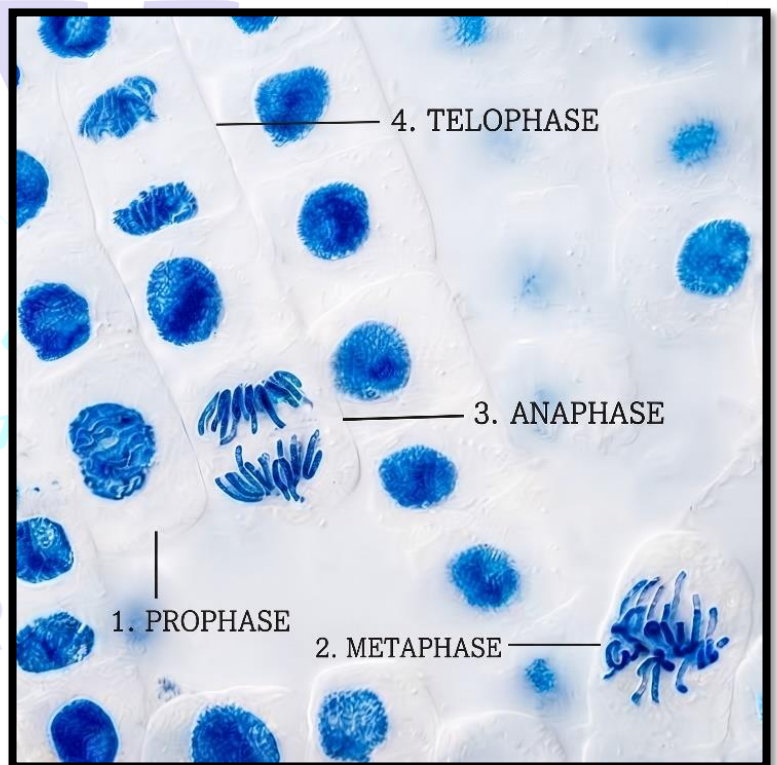
Ocurren esencialmente los eventos inversos a la profase: los cromosomas se descondensan en cromatina, fragmentos del retículo endoplasmático reconstruyen la carioteca alrededor de cada núcleo y reaparecen los nucléolos. Al finalizar, la célula tiene dos núcleos formados, aunque todavía comparte un único citoplasma.

La Citocinesis

En la región ecuatorial queda un conjunto de fibras del huso y vesículas llamado **cuerpo intermedio**. Allí actúa el anillo contráctil (en células animales) o el fragmoplasto (en células vegetales), completando la separación en dos células hijas independientes.

Importancia Biológica Del Ciclo Celular

El ciclo celular y la mitosis son esenciales para el crecimiento del organismo, la reparación de tejidos dañados y la renovación de tejidos de alto recambio, como la piel, la sangre o el intestino. Los puntos de control y la regulación de ciclinas y CDK garantizan que la información genética se mantenga estable de generación en generación.



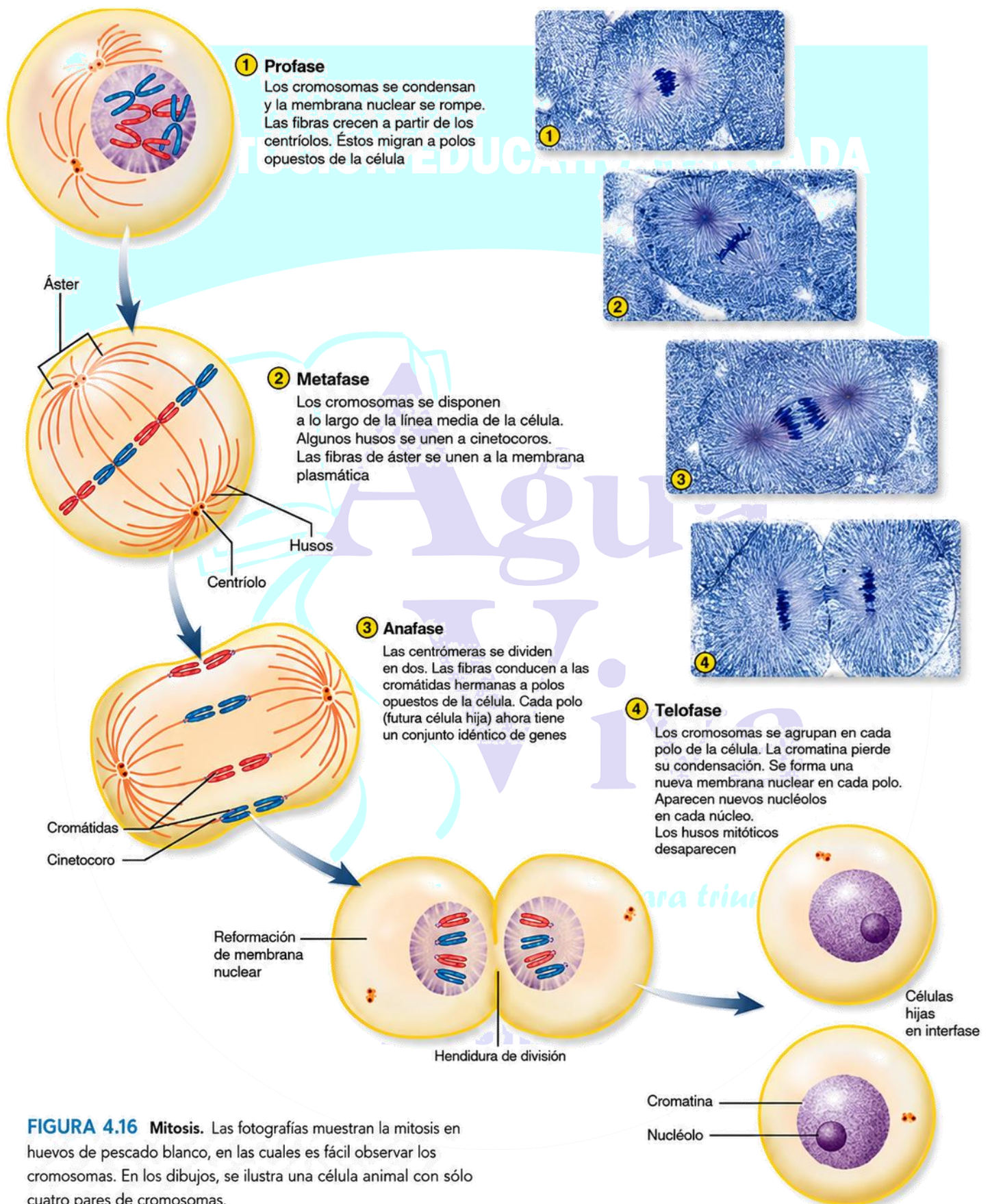


FIGURA 4.16 Mitosis. Las fotografías muestran la mitosis en huevos de pescado blanco, en las cuales es fácil observar los cromosomas. En los dibujos, se ilustra una célula animal con sólo cuatro pares de cromosomas.

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. La división del núcleo se denomina _____ y la división del citoplasma _____
4. Las etapas de la mitosis son: _____, _____, _____ y _____

III 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) VV 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, evento que hace que el volumen nuclear se haga considerablemente más grande. Este evento ocurre durante la fase:

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

6. El evento más característico que ocurre durante la profase de la primera división meiótica es:

- a) La conservación de los cromosomas
b) La desaparición de la membrana celular
c) La formación del huso acromático
d) El intercambio de información genética
e) El apareamiento longitudinal de los cromosomas

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 duplican todos los organelos

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

- a) filamentos de cromatina similares – G1
b) filamentos de cromatina iguales – S
c) filamentos de cromatina similares – G2
d) brazos de cromosomas homólogos – S
e) brazos de cromosomas – G1

9. ¿Cuál es la mejor definición de cariocinesis?

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

10. Sobre la mitosis, señale verdadero (V) o falso (F):

- () Los cromosomas ya están duplicados durante la mitosis.
() Las fibras del huso acromático se unen a los cromosomas mediante el cinetocoro.
() Se conserva el número de cromosomas en las células hijas.
() Las células hijas tienen exactamente el mismo volumen que la célula original.
a) VVV b) VVF c) FVV d) FFVF e) VFVF

TAREA PARA CASA: Investiga las diferencias que tiene la Mitosis vs Meiosis y mediante un esquema representa la Meiosis.

SESIÓN 05

SISTEMA ÓSEO

PROPÓSITO: Analizar la estructura y función del sistema óseo, diferenciando el esqueleto axial del apendicular, reconociendo los tipos de articulaciones y su papel en el movimiento, para promover una cultura de prevención y cuidado integral del cuerpo.

MARCO TEÓRICO

EL TEJIDO ÓSEO:

El sistema óseo es el conjunto de huesos que forman el esqueleto humano. Está compuesto por **206 huesos** en el adulto y representa aproximadamente el **15 % del peso corporal**. Es un sistema vivo que se renueva constantemente y cumple funciones vitales para nuestro organismo.

El hueso está formado por células vivas que trabajan constantemente como una fábrica: construyen, mantienen y reparan el tejido óseo durante toda nuestra vida. Lo que hace especial al hueso es su **matriz**, una sustancia que rodea a estas células y que está compuesta de dos materiales muy diferentes que trabajan juntos: el **colágeno** (proteína que forma fibras flexibles, aproximadamente el 30 % del hueso) y las **sales minerales** (principalmente calcio y fósforo, que forman cristales duros y representan el 70 % del hueso).

ESTRUCTURA DE UN HUESO LARGO

Parte	Descripción
Diáfisis	Cuerpo principal; formada por hueso compacto; contiene la cavidad medular
Epífisis	Extremos ensanchados; hueso esponjoso cubierto de compacto; superficies articulares cubiertas por cartílago
Metáfisis	Zona de transición; importante para el crecimiento del hueso
Periostio	Membrana que cubre el hueso externamente
Endostio	Membrana que recubre la cavidad medular

En cuanto a la médula ósea, la **médula roja** produce células sanguíneas (glóbulos rojos, blancos y plaquetas), mientras que la **médula amarilla** almacena grasa en la cavidad medular.

FUNCIONES DEL SISTEMA ÓSEO

La **función de soporte** es la más evidente: los huesos sostienen todo el peso del cuerpo y mantienen su forma. Como **protectores**, actúan como una armadura natural: el cráneo protege al cerebro, las costillas al corazón y los pulmones, y la columna vertebral protege la médula espinal.

Para el **movimiento**, los huesos trabajan como un sistema de palancas: cuando los músculos se contraen, tiran de los huesos alrededor de las articulaciones. Además, cumplen la función más sorprendente de todas, la **producción de sangre** (hematopoyesis), gracias a la médula ósea roja que produce millones de glóbulos rojos, blancos y plaquetas cada segundo.

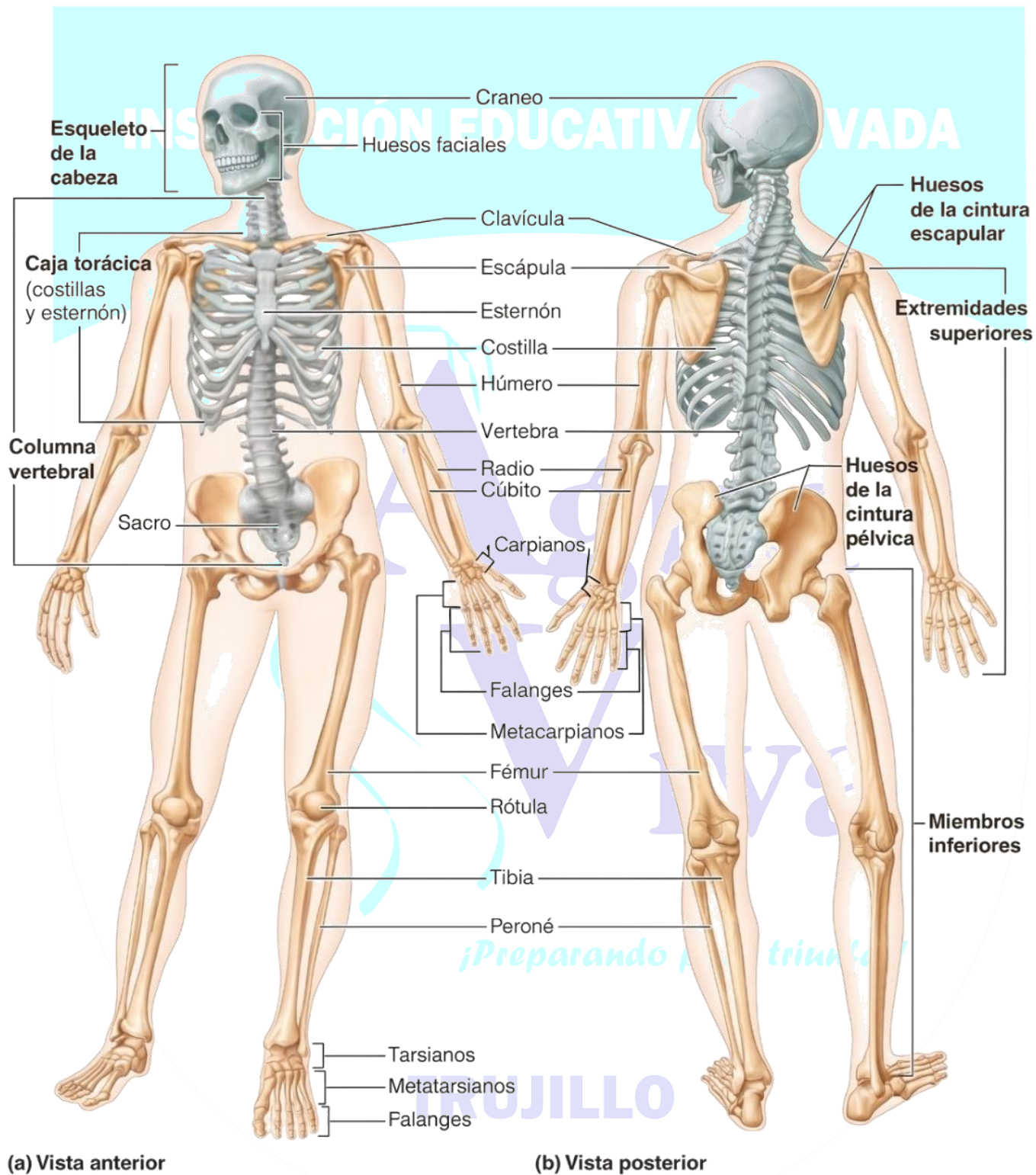
Finalmente, los huesos funcionan como la **caja fuerte del cuerpo**, almacenando el 99 % del calcio y gran parte del fósforo del organismo, liberándolos a la sangre o almacenándolos de nuevo según las necesidades, en un sistema de reserva mineral perfectamente regulado.

GENERALIDADES DEL ESQUELETO

El cuerpo humano posee una compleja estructura ósea que proporciona soporte, protección y movimiento, además de participar en procesos vitales como la producción de células sanguíneas (**hematopoyesis**) y el almacenamiento de minerales como calcio y fósforo. Esta estructura forma el **esqueleto**, el cual se divide en dos grandes componentes: el **esqueleto axial** y el **esqueleto apendicular**.

El **esqueleto axial**, compuesto por 80 huesos, constituye el eje central del cuerpo. Su función principal es proteger los órganos vitales como el cerebro, la médula espinal, el corazón y los pulmones, e incluye los huesos del cráneo, la cara, la columna vertebral y la caja torácica.

El **esqueleto apendicular**, formado por 126 huesos, se encarga principalmente de facilitar el movimiento y la locomoción. Está conformado por las cinturas escapular y pélvica, así como por las extremidades superiores e inferiores, permitiendo la interacción con el entorno y la manipulación de objetos.



HUESOS DEL ESQUELETO AXIAL

Subdivisión	Huesos principales	Ubicación	Función principal
Cráneo	Frontal; Parietales (2); Temporales (2); Occipital; Esfenoides; Etmoides	Cabeza	Protección del encéfalo y órganos de los sentidos
Cara	Nasales (2); Maxilares (2); Cigomáticos (2); Lagrimales (2); Palatinos (2); Vómer; Mandíbula	Cara	Protección sensorial; base para músculos faciales
Huesecillos del oído	Martillo, yunque, estribo (3 por oído)	Oído medio	Transmisión de vibraciones sonoras
Hioides	Hioides	Cuello	Sostén para lengua y músculos de deglución
Columna vertebral (33)	Cervicales (7); Torácicas (12); Lumbares (5); Sacro (5 fus.); Cóccix (4 fus.)	Espalda y cuello	Protección de médula espinal; soporte del tronco
Tórax	Esternón; Costillas (24): 7 verdaderas, 3 falsas, 2 flotantes por lado	Pecho	Protección de pulmones y corazón; respiración

Subdivisión	Huesos principales	Ubicación	Función principal
	Carpo (8); Metacarpos (5); Falanges (14)		
Cintura pélvica	Hueso coxal (2): ilion, isquion y pubis fusionados	Unión de piernas con tronco	Soporte del peso; protección pélvica
Extremidades inferiores	Fémur; Patela; Tibia; Peroné; Tarso (7); Metatarsos (5); Falanges (14)	Piernas y pies	Movimiento, soporte y locomoción

LAS ARTICULACIONES: PUNTOS DE UNIÓN ENTRE HUESOS

Una **articulación** es el punto de contacto entre dos o más huesos. Su función depende del tipo de tejido que une a los huesos: cuanto más rígido es ese tejido, menor es el movimiento permitido. Según su capacidad de movimiento, las articulaciones se clasifican en tres grandes grupos: **fibrosas, cartilaginosas y sinoviales**.

Tipo	Movilidad	Características	Ejemplo
Fibrosa	Inmóvil (sinartrosis)	Los huesos están unidos por tejido conjuntivo fibroso denso	Suturas del cráneo
Cartilaginosa	Poco móvil (anfiartrosis)	Los huesos están unidos por cartílago	Discos intervertebrales; sínfisis del pubis
Sinovial	Muy móvil (diartrosis)	Presentan cápsula y líquido sinovial que lubrica y nutre el cartílago articular	Rodilla, hombro, codo, cadera

HUESOS DEL ESQUELETO APENDICULAR

Subdivisión	Huesos principales	Ubicación	Función principal
Cintura escapular	Escápula (2); Clavícula (2)	Unión de brazos con tronco	Movilidad de extremidades superiores
Extremidades superiores	Húmero; Radio; Cúbito;	Brazos y manos	Movimiento, manipulación y fuerza

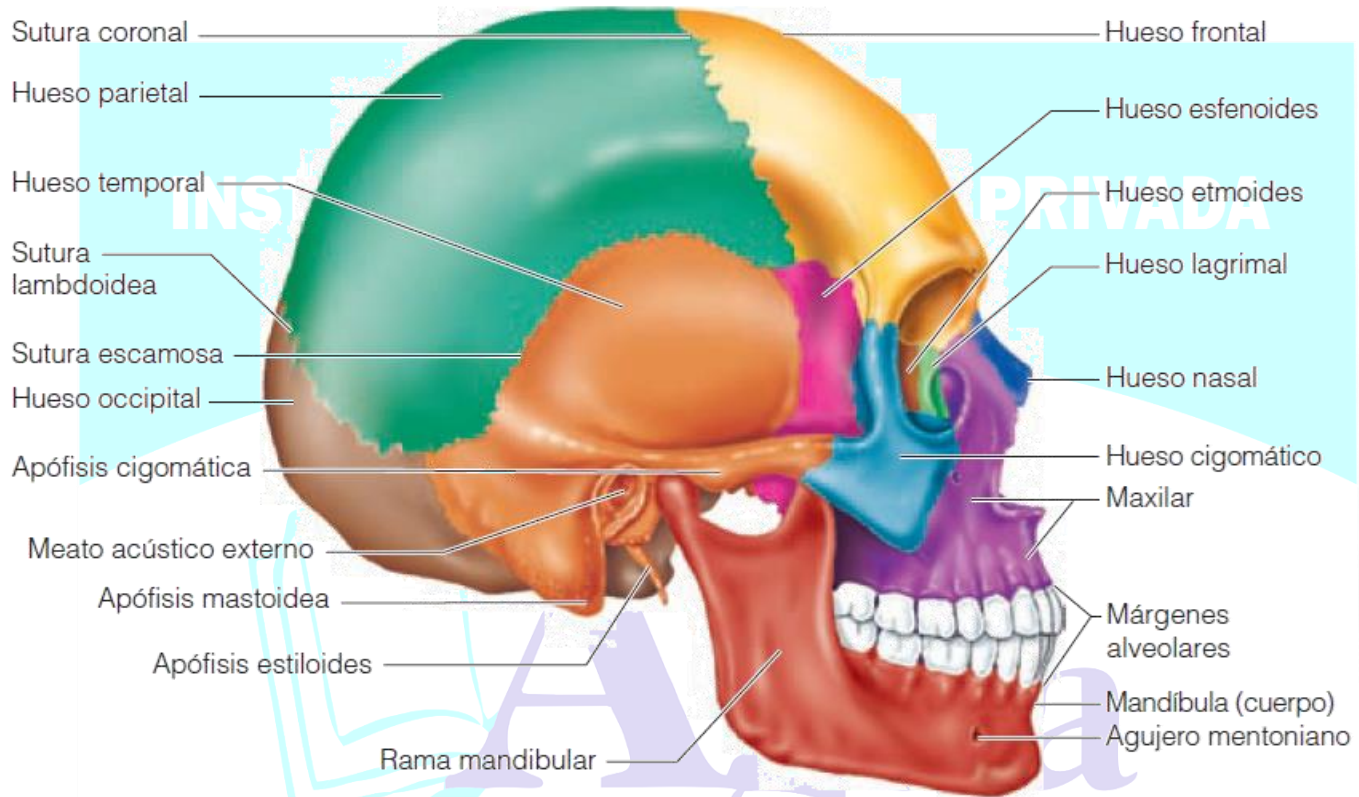


FIGURA 5.7 Vista lateral del cráneo humano.

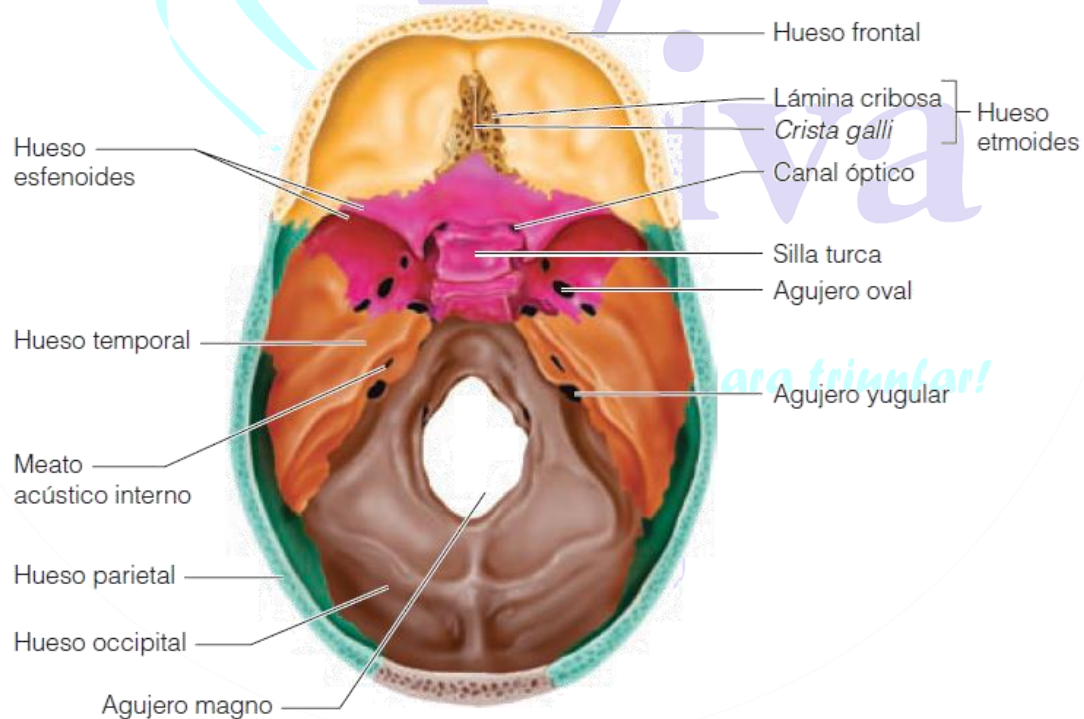


FIGURA 5.8 Vista superior del cráneo humano (se ha eliminado la parte superior del cráneo).

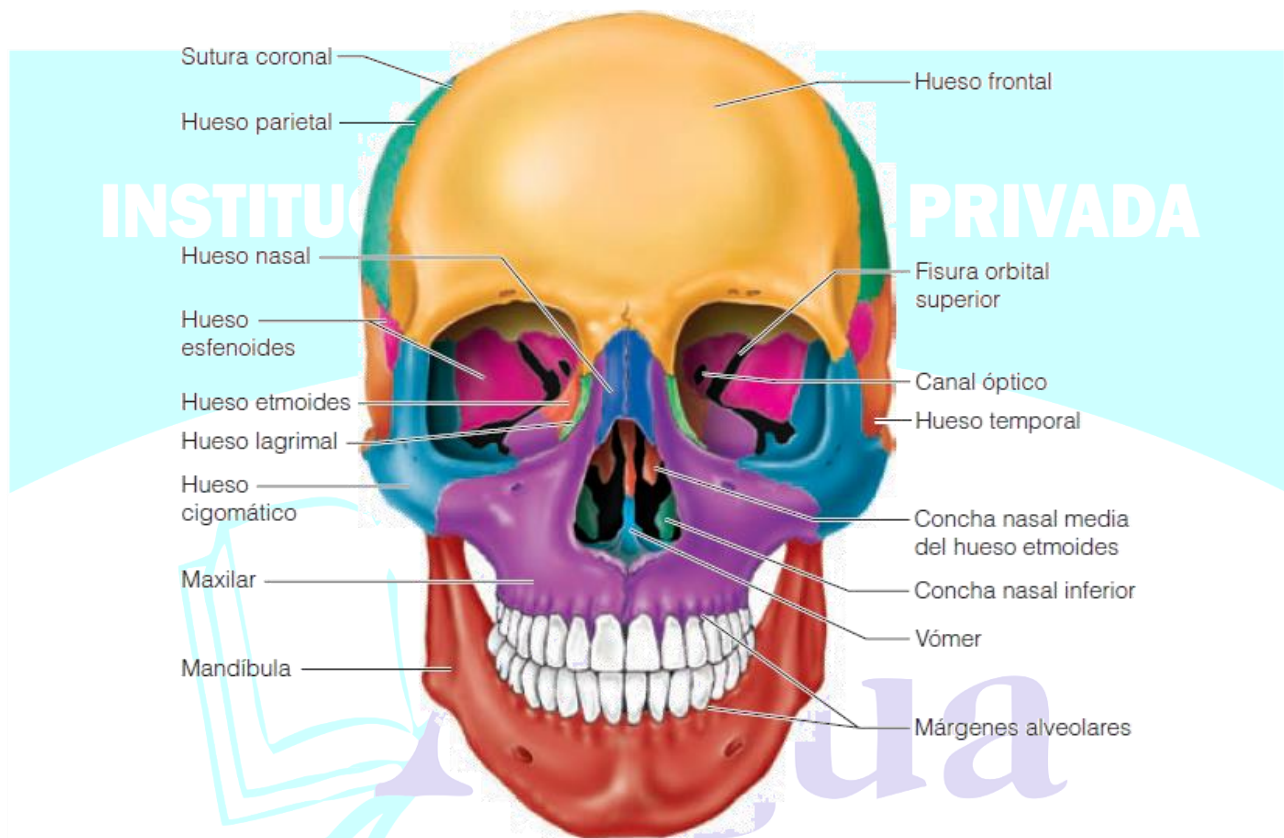
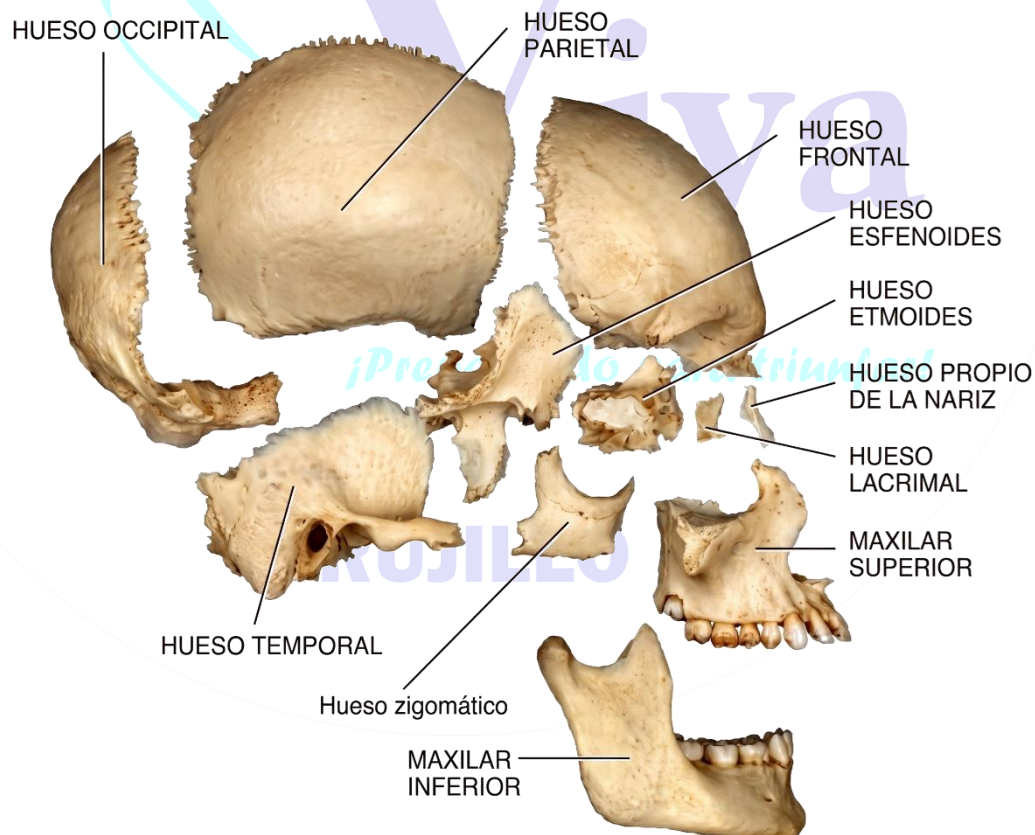


FIGURA 5.11 Vista anterior del cráneo humano.



COLUMNA VERTEBRAL

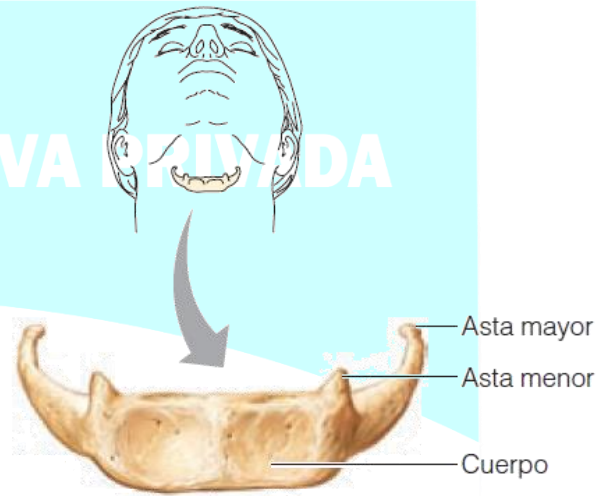
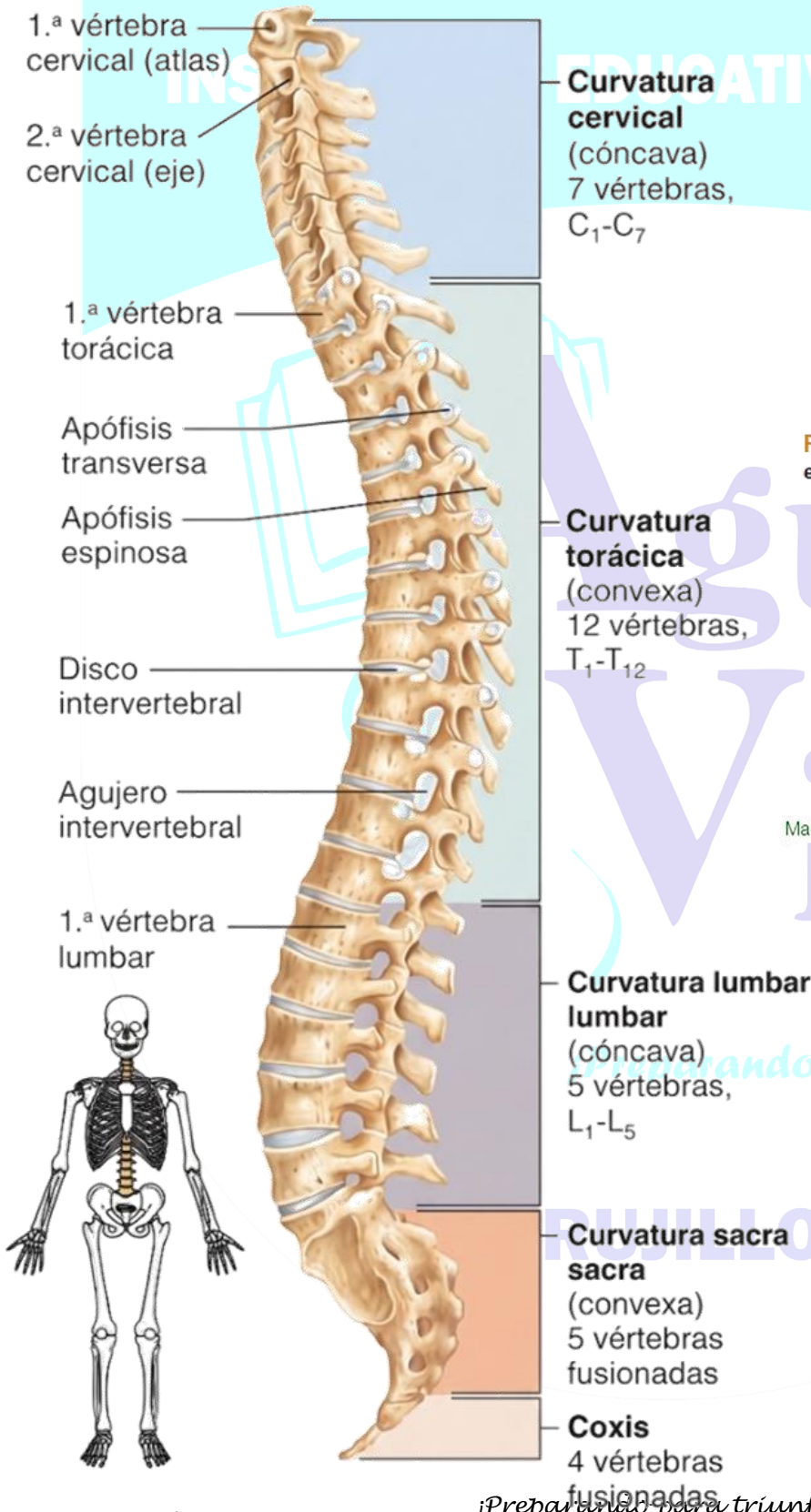
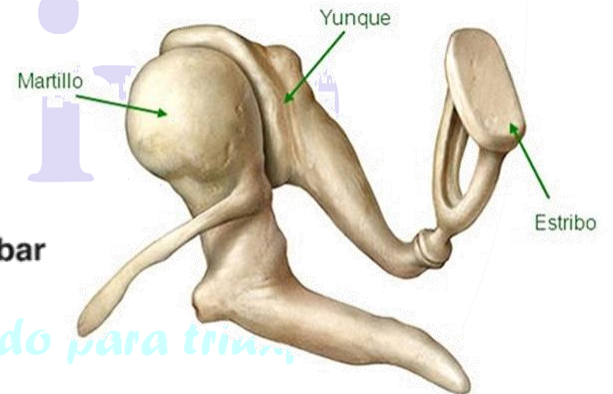
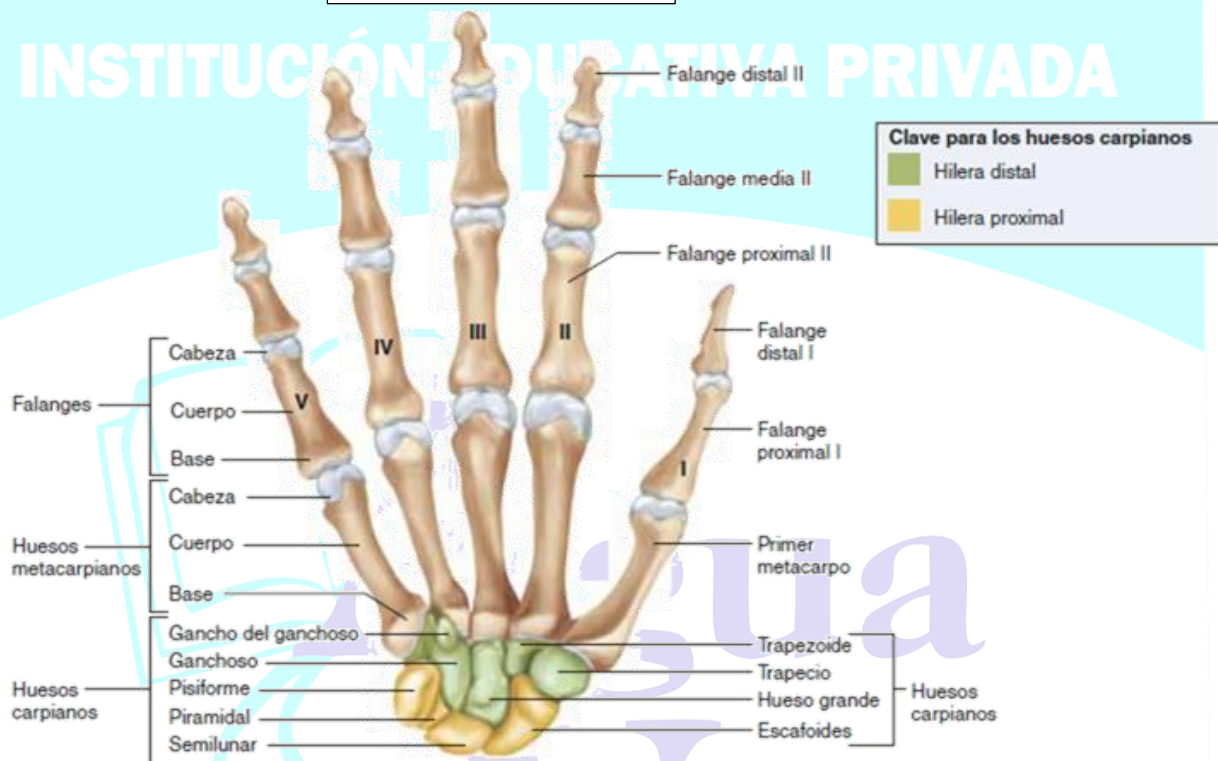


FIGURA 5.12 Vista anterior de la ubicación y estructura anatómicas del hueso hioides.

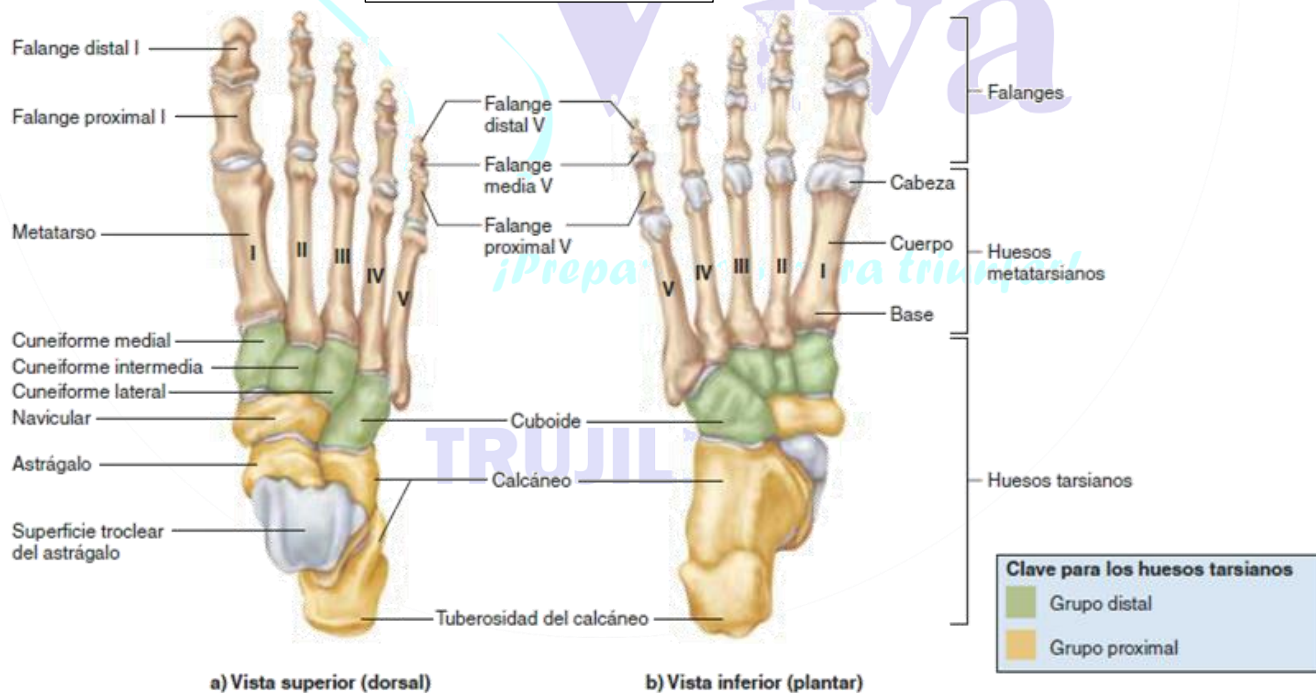
HUESOS DEL OÍDO



HUESOS DE LA MANO

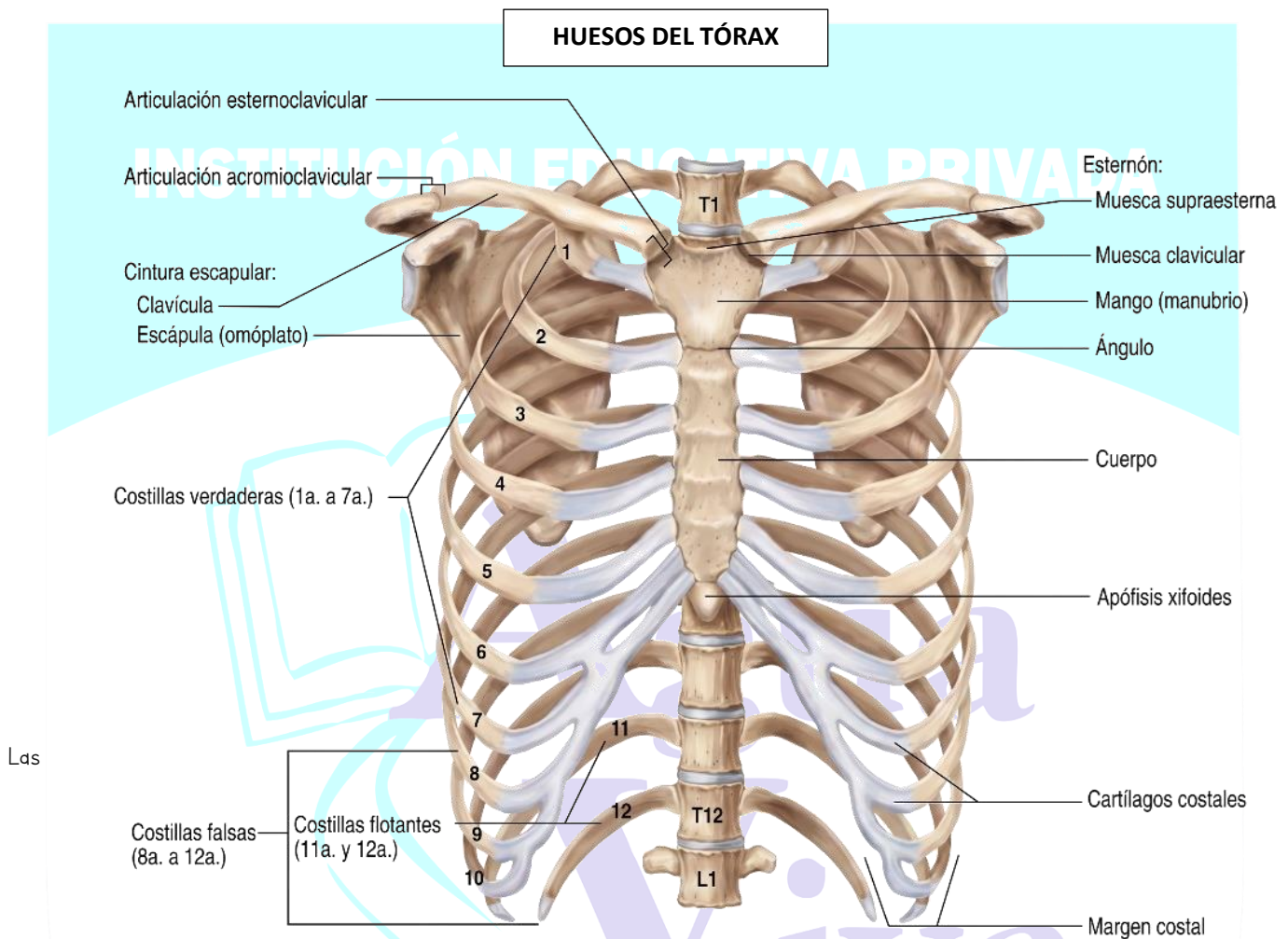


HUESOS DEL PIE



a) Vista superior (dorsal)

b) Vista inferior (plantar)



articulaciones sinoviales son las más numerosas y móviles del cuerpo, y se subdividen según el tipo de movimiento que permiten:

Tipo de articulación sinovial	Movimiento	Ejemplo
Bisagra (gínglimo)	En un solo plano (flexión-extensión)	Codo, rodilla
Pivote (trocoide)	Rotación alrededor de un eje	Articulación atlas-axis (cuello)
Esferoidea (enartrosis)	Movimiento en todas las direcciones	Hombro, cadera
Silla de montar	Movimiento en dos planos	Base del pulgar

Tipo de articulación sinovial	Movimiento	Ejemplo
Elipsoidea (condílea)	Movimiento en dos planos, sin rotación	Muñeca

Plana (artrodia)	Deslizamiento entre superficies	Huesos del carpo y del tarso
------------------	---------------------------------	------------------------------

EL CARTÍLAGO ARTICULAR Y EL LÍQUIDO SINOVIAL

En las articulaciones sinoviales, los extremos óseos están recubiertos por **cartílago articular**, un tejido liso y resistente que reduce la fricción durante el movimiento. Toda la articulación está envuelta por una **cápsula articular**, cuya capa interna, la membrana sinovial, produce el **líquido sinovial**, un fluido viscoso que lubrica la

articulación, reduce el desgaste y nutre al cartílago, que no posee vasos sanguíneos propios.

TRASTORNOS FRECUENTES DE LAS ARTICULACIONES

La **artrosis** es el desgaste progresivo del cartílago articular asociado principalmente al envejecimiento y a la sobrecarga articular, mientras que la **artritis** es la inflamación de una articulación, que puede tener origen autoinmune (como la artritis reumatoide), infeccioso o traumático. Ambas afectan la movilidad, por lo que mantener un peso adecuado y realizar actividad física moderada ayuda a preservar la salud articular a lo largo de la vida.

PRÁCTICA

I Preguntas de selección

1. ¿Cuántos huesos conforman el esqueleto axial?
a) 80 b) 126
c) 206 d) 33
2. ¿Cuántos huesos conforman el esqueleto apendicular?
a) 80 b) 33
c) 206 d) 12
3. ¿Cuál es la función principal del esqueleto axial?
a) Facilitar la locomoción b) Almacenar grasa
c) Producir hormonas d) Proteger los órganos vitales
4. La columna vertebral está formada por:
a) 24 vértebras b) 7 vértebra
c) 12 vértebras d) 33 vértebras
5. ¿Cuántos pares de costillas se consideran «falsas»?
a) 7 b) 12
c) 2 d) 3
6. ¿Qué huesos conforman la cintura escapular?
a) Fémur y tibia b) Ilion e isquion
c) Radio y cúbito d) Escápula y clavícula

7. ¿Cuál es el hueso más largo del esqueleto apendicular?

- a) Húmero b) Fémur
c) Tibia d) Radio

8. Las articulaciones inmóviles, como las suturas del cráneo, se llaman:

- a) Sinoviales b) Cartilaginosas
c) Fibrosas d) Elipsoides

9. ¿Qué tipo de articulación permite el mayor rango de movimiento, como el hombro?

- a) Bisagra b) Pivote
c) Esferoidea d) Plana

10. ¿Qué sustancia lubrica y nutre al cartílago en las articulaciones sinoviales?

- a) Sangre b) Líquido sinovial
c) Linfa d) Médula ósea

11. El desgaste progresivo del cartílago articular asociado al envejecimiento se llama:

- a) Artritis b) Osteoporosis
c) Artrosis d) Osificación

12. ¿Qué articulación permite únicamente flexión y extensión, como el codo?

- a) Bisagra b) Esferoidea
c) Pivote d) Plana

II Frases para completar

1. El esqueleto se divide en esqueleto _____ y esqueleto _____.
2. El esqueleto axial incluye el cráneo, la cara, la columna vertebral y la _____.
3. La cintura _____ está formada por la escápula y la clavícula.
4. Las articulaciones _____ permiten muy poco o ningún movimiento.
5. El líquido _____ lubrica y nutre el cartílago de las articulaciones sinoviales.

TAREA PARA CASA: Investiga sobre una enfermedad genética relacionada al sistema óseo.

TRUJILLO

SESIÓN 06

SISTEMA MUSCULAR

PROPÓSITO: Reconocer la estructura, clasificación y funciones del sistema muscular, comprendiendo el mecanismo de la contracción muscular y la organización de los principales grupos musculares del cuerpo humano.

MARCO TEÓRICO

El sistema muscular es el conjunto de músculos que recubren nuestro esqueleto y órganos internos. Está compuesto por más de **600 músculos** que representan aproximadamente el **40-50 % del peso corporal** total en una persona adulta. Es un sistema dinámico que permite el movimiento, mantiene la postura y genera calor corporal.

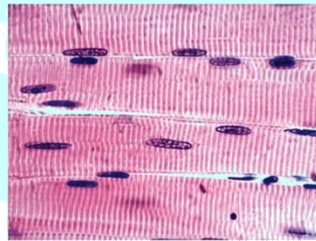
Los músculos son tejidos especializados capaces de contraerse y relajarse de manera coordinada. Esta capacidad de acortarse y alargarse es lo que permite todos los movimientos del cuerpo, desde el latido del corazón hasta levantar objetos pesados. Los músculos trabajan siempre en conjunto con el **sistema nervioso**, que les envía las señales para actuar en el momento preciso.

TEJIDO MUSCULAR: CARACTERÍSTICAS GENERALES

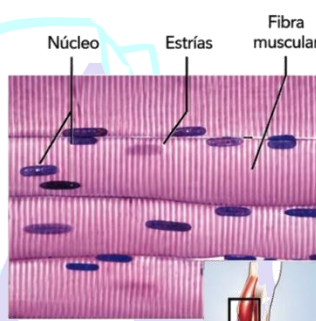
El tejido muscular está formado por células especializadas llamadas **fibras musculares** o miocitos, capaces de contraerse gracias a proteínas especiales llamadas **actina** y **miosina**, que funcionan como pequeños motores moleculares.

Propiedad	Definición
Contractilidad	Capacidad de acortarse y generar fuerza
Excitabilidad	Respuesta a estímulos nerviosos o hormonales
Extensibilidad	Capacidad de estirarse sin dañarse
Elasticidad	Retorno a su longitud original tras el estiramiento

Músculo estriado



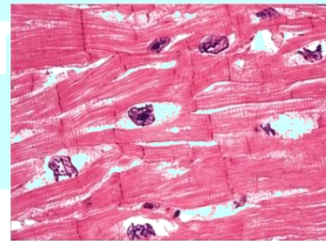
a)



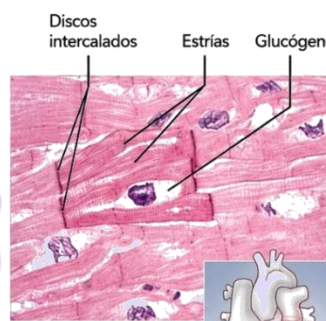
b)



Músculo cardíaco



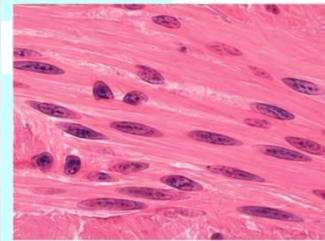
a)



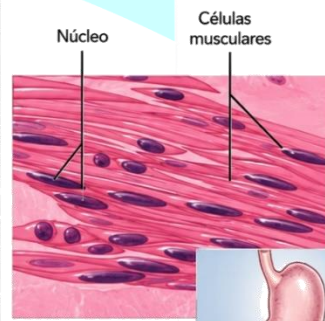
b)



Músculo liso



a)



b)



TIPOS DE TEJIDO MUSCULAR

Tipo	Características	Control	Función
Esquelético	Estriado, voluntario, multinucleado	Sistema nervioso somático	Movimiento corporal; postura; se fatiga rápido
Cardíaco	Estriado, involuntario, con discos intercalares	Sistema nervioso autónomo; marcapasos propio	Bombee sangre; muy resistente a la fatiga
Liso	No estriado, involuntario, mononucleado	Sistema nervioso autónomo y hormonas	Mueve sustancias en órganos internos; muy resistente a la fatiga

ESTRUCTURA DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO: ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA

El músculo esquelético tiene una organización jerárquica, como muñecas rusas que se van agrupando. La **fibra muscular** es una célula muy larga y cilíndrica (puede medir hasta 30 cm), con múltiples núcleos y llena de miofibrillas contráctiles. Un conjunto de 10 a 100 fibras forma un **fascículo muscular**, rodeado por tejido conectivo llamado **perimisio**. Finalmente, el conjunto de fascículos forma el **músculo completo**, rodeado por el **epimisio** y unido a los huesos mediante **tendones**.

Dentro de cada fibra, las **miofibrillas** contienen filamentos finos de actina y filamentos gruesos de miosina, organizados en unidades llamadas **sarcómeras**, la unidad funcional más pequeña del músculo. Cada sarcómera está limitada por líneas Z y contiene bandas A (oscuras) y bandas I (claras).

EL MECANISMO DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

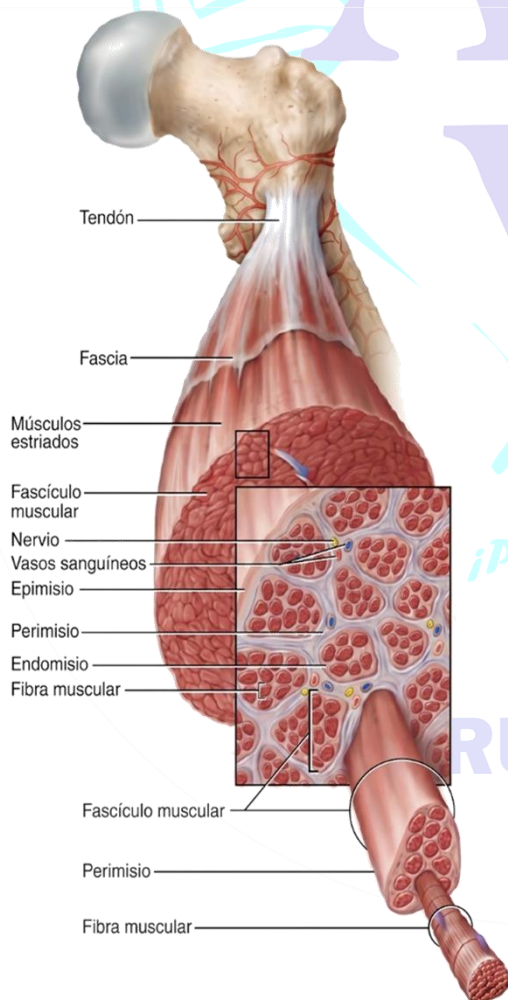
La contracción del músculo esquelético se explica mediante la **teoría del filamento deslizante**. Cuando un impulso nervioso llega a la fibra muscular, se libera **calcio** desde el retículo sarcoplásmico, el cual se une a la proteína **tropomiosina**, desplazando a la **tropomiosina** y dejando expuestos los sitios de unión en los filamentos de actina. Entonces, las cabezas de miosina se enganchan a la actina y, utilizando la energía del **ATP**, «reman» deslizando los filamentos de actina hacia el centro del sarcómero, lo que acorta la fibra muscular y genera la contracción. Cuando el estímulo nervioso cesa, el calcio es reabsorbido y el músculo se relaja.

TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

Según el cambio en la longitud del músculo, la contracción puede ser **isotónica**, cuando el músculo cambia de longitud mientras genera fuerza (por ejemplo, al levantar una pesa), o **isométrica**, cuando el músculo genera tensión sin cambiar de longitud, como al sostener un objeto sin moverlo. Dentro de la contracción isotónica se distingue la **concéntrica** (el músculo se acorta, como al subir una pesa) de la **excéntrica** (el músculo se alarga bajo tensión, como al bajarla de forma controlada).

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

No todas las fibras del músculo esquelético son iguales: existen distintos tipos especializados en diferentes tipos de esfuerzo.



Tipo de fibra	Velocidad	Resistencia a la fatiga	Uso principal
Tipo I (lentas oxidativas)	Lenta	Muy alta	Esfuerzos prolongados (maratón, postura)
Tipo IIa (rápidas oxidativo-glucolíticas)	Rápida	Media	Esfuerzos intermedios (ciclismo, natación)
Tipo IIx (rápidas glucolíticas)	Muy rápida	Baja	Esfuerzos explosivos (sprint, levantamiento de pesas)

PRINCIPALES GRUPOS MUSCULARES DEL CUERPO

Los músculos esqueléticos se agrupan según la región anatómica en la que se ubican. La siguiente tabla resume los principales músculos por región, su ubicación específica y su función.

Región	Músculo	Función principal
Cabeza	Frontal	Arruga la frente y eleva las cejas
Cabeza	Temporal / Masetero	Elevan y retraen la mandíbula (masticación)
Cabeza	Orbicular de los ojos / de la boca	Cierre de párpados; cierra y frunce los labios
Cuello	Esternocleidomastoideo	Flexión, rotación e inclinación lateral del cuello
Tórax	Pectoral mayor	Flexión, aducción y rotación interna del brazo
Tórax	Intercostales	Elevan y deprimen las costillas durante la respiración
Abdomen	Recto abdominal	Flexiona el tronco y comprime el abdomen
Abdomen	Oblicuos externo e interno	Flexión lateral y rotación del tronco
Hombros/ espalda	Trapecio	Eleva, retrae y rota las escápulas
Hombros/ espalda	Deltoides	Abducción del brazo
Hombros/ espalda	Dorsal ancho	Aducción, extensión y rotación interna del brazo

Región	Músculo	Función principal
Brazo	Bíceps braquial	Flexión del codo y supinación del antebrazo
Brazo	Tríceps braquial	Extensión del codo
Pelvis/muslo anterior	Iliopsoas	Flexión de la cadera
Cuádriceps	Recto femoral, vastos	Extensión de la rodilla
Cadera	Glúteo mayor	Extensión y rotación externa de la cadera
Muslo posterior	Isquiotibiales	Flexión de rodilla y extensión de cadera
Pierna	Gastrocnemio / Sóleo	Flexión plantar del pie
Pierna	Tibial anterior	Flexión dorsal e inversión del pie

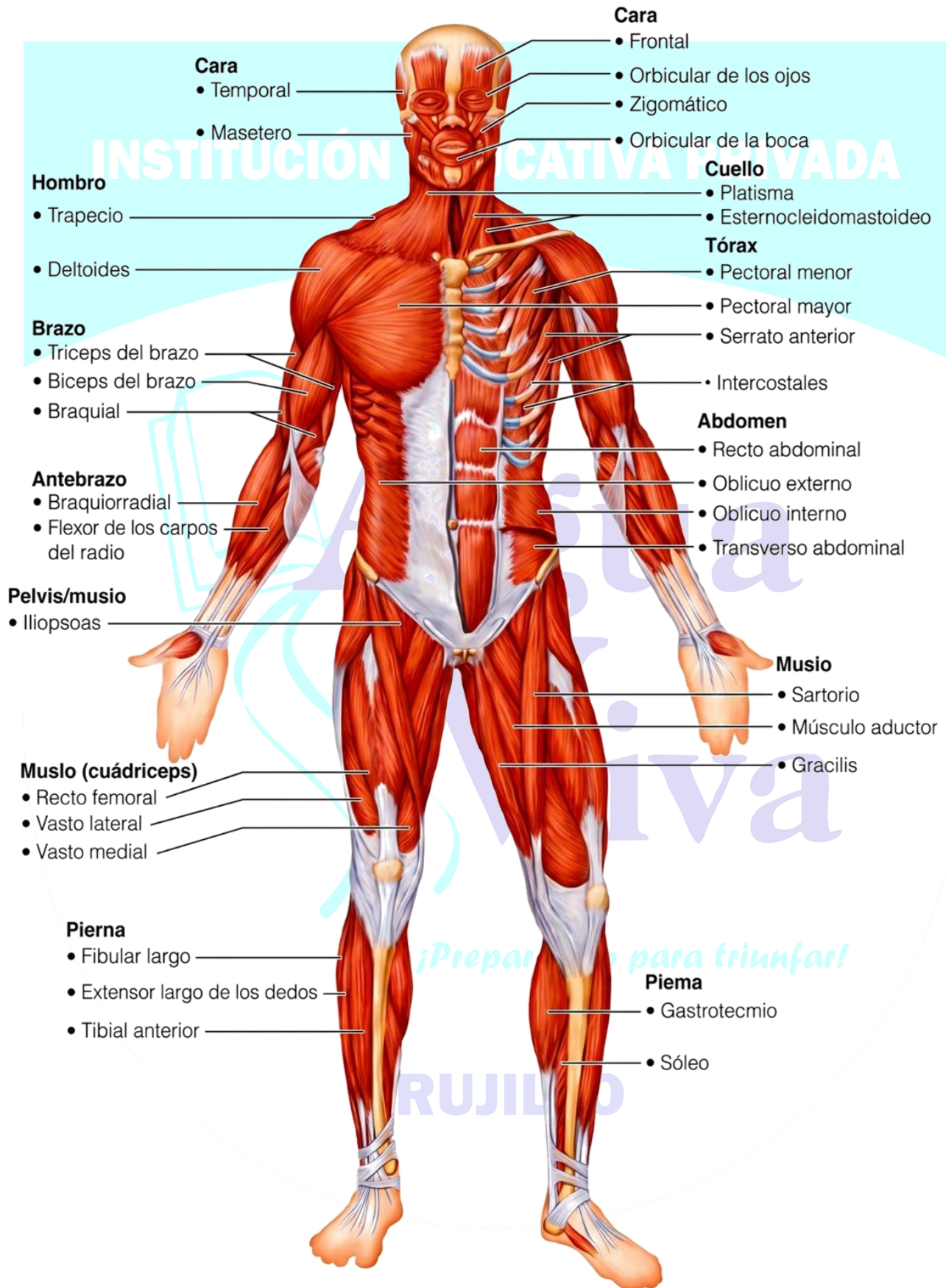
FUENTES DE ENERGÍA PARA LA CONTRACCIÓN MUSCULAR

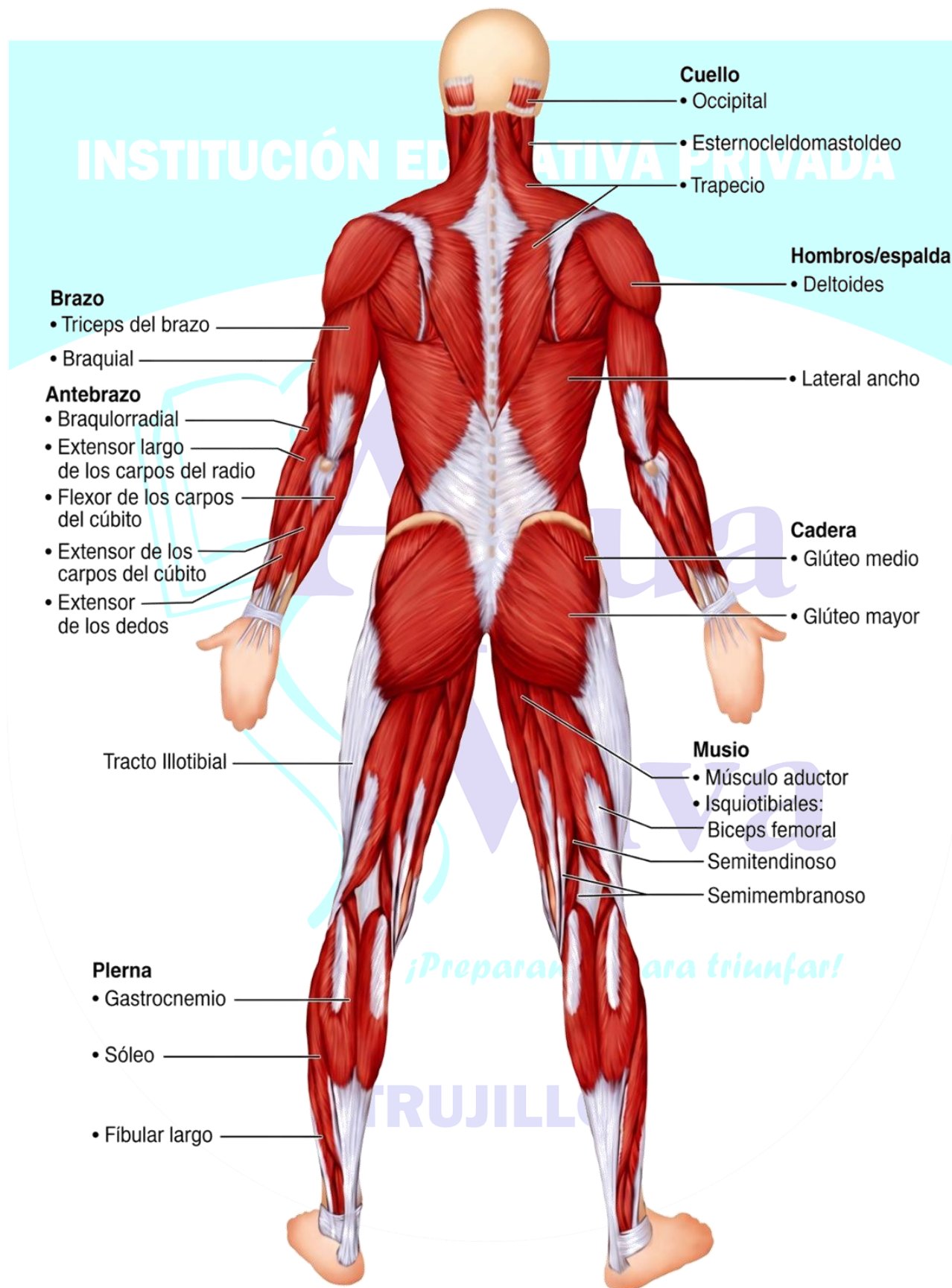
El músculo obtiene el ATP necesario para contraerse a través de tres sistemas energéticos que actúan según la duración e intensidad del esfuerzo.

El **sistema de los fosfágenos (ATP-PC)** proporciona energía inmediata para esfuerzos muy cortos e intensos (pocos segundos), como un sprint.

El **sistema glucolítico** degrada glucosa sin oxígeno para esfuerzos de intensidad alta que duran de segundos a un par de minutos, generando ácido láctico como producto secundario. Finalmente, el **sistema oxidativo** utiliza oxígeno para degradar glucosa y grasas, proporcionando energía sostenida durante esfuerzos prolongados de baja o moderada intensidad, como correr largas distancias.

TRUJILLO





PRÁCTICA

I Preguntas de selección

1. ¿Qué porcentaje del peso corporal total representa el sistema muscular en un adulto promedio?

- a) 40-50% b) 35-40%
- c) 25-30% d) 55-60%

2. ¿Cuál es la célula característica del tejido muscular?

- a) Osteocito b) Condrocito
- c) Neurona d) Fibra muscular o miocito

3. Las proteínas responsables de la contracción muscular son:

- a) Colágeno y elastina b) Tropina y troponina
- c) Fibrina y queratina d) Actina y miosina

4. ¿Qué propiedad del músculo le permite responder a estímulos nerviosos?

- a) Elasticidad b) Contractilidad
- c) Excitabilidad d) Extensibilidad

5. ¿Qué tipo de músculo posee control voluntario y presenta estriaciones visibles?

- a) Esquelético b) Cardíaco
- c) Liso d) Autónomo

6. ¿Cuál es el músculo responsable del bombeo sanguíneo continuo en el cuerpo?

- a) Cardíaco b) Diafragma
- c) Esquelético d) Liso

7. El músculo liso se localiza principalmente en:

- a) Huesos y tendones b) Órganos internos y vasos sanguíneos
- c) Piel y aponeurosis d) Cavidad craneana

8. La unidad funcional más pequeña del músculo es:

- a) Miofibrilla b) Sarcómera
- c) Fascículo d) Epimisio

9. ¿Qué proteína bloquea el sitio de unión de la actina en ausencia de calcio?

- a) Troponina b) Miosina
- c) Tropomiosina d) Actinina

10. ¿Cuál de los siguientes músculos pertenece al grupo de la cabeza?

- a) Pectoral mayor b) Masetero
- c) Trapecio d) Dorsal ancho

11. ¿Qué músculo se conoce como el «músculo del boxeador»?

- a) Oblicuo externo b) Serrato anterior
- c) Esternocleidomastoideo d) Pectoral menor

12. ¿Cuál es la función principal del músculo deltoides?

- a) Extensión del brazo b) Aducción de la cadera
- c) Abducción del brazo d) Flexión del tronco

13. ¿Qué músculo realiza la flexión del codo y la supinación del antebrazo?

- a) Tríceps braquial b) Braquial
- c) Bíceps braquial d) Braquiorradial

14. ¿Qué grupo muscular está formado por el recto femoral, vasto lateral, vasto medial y vasto intermedio?

- a) Cuádriceps b) Isquiotibiales
- c) Glúteos d) Aductores

15. ¿Qué tipo de fibra muscular es más resistente a la fatiga y se usa en esfuerzos prolongados?

- a) Tipo I b) Tipo IIa
- c) Tipo II d) Ninguna

16. ¿Qué sistema energético se utiliza en esfuerzos explosivos muy cortos, como un sprint?

- a) Sistema oxidativo b) Sistema glucolítico
- c) Sistema de fosfágenos (ATP-PC) d) Sistema aeróbico

II Frases para completar

1. El sistema muscular está formado por más de _____ músculos.

2. El _____ es el tejido especializado en la contracción y relajación del cuerpo.

3. Las proteínas responsables de la contracción muscular son _____ y _____.

4. La _____ es la capacidad del músculo para generar tensión al acortarse.

5. El músculo _____ es estriado, voluntario y se une a los huesos mediante tendones.

SESIÓN 07

SISTEMA RESPIRATORIO

PROPÓSITO: Comprender la estructura y función de las vías respiratorias y los pulmones, explicar la mecánica de la ventilación pulmonar y el transporte de gases, y reconocer las principales enfermedades que afectan al sistema respiratorio.

MARCO TEÓRICO

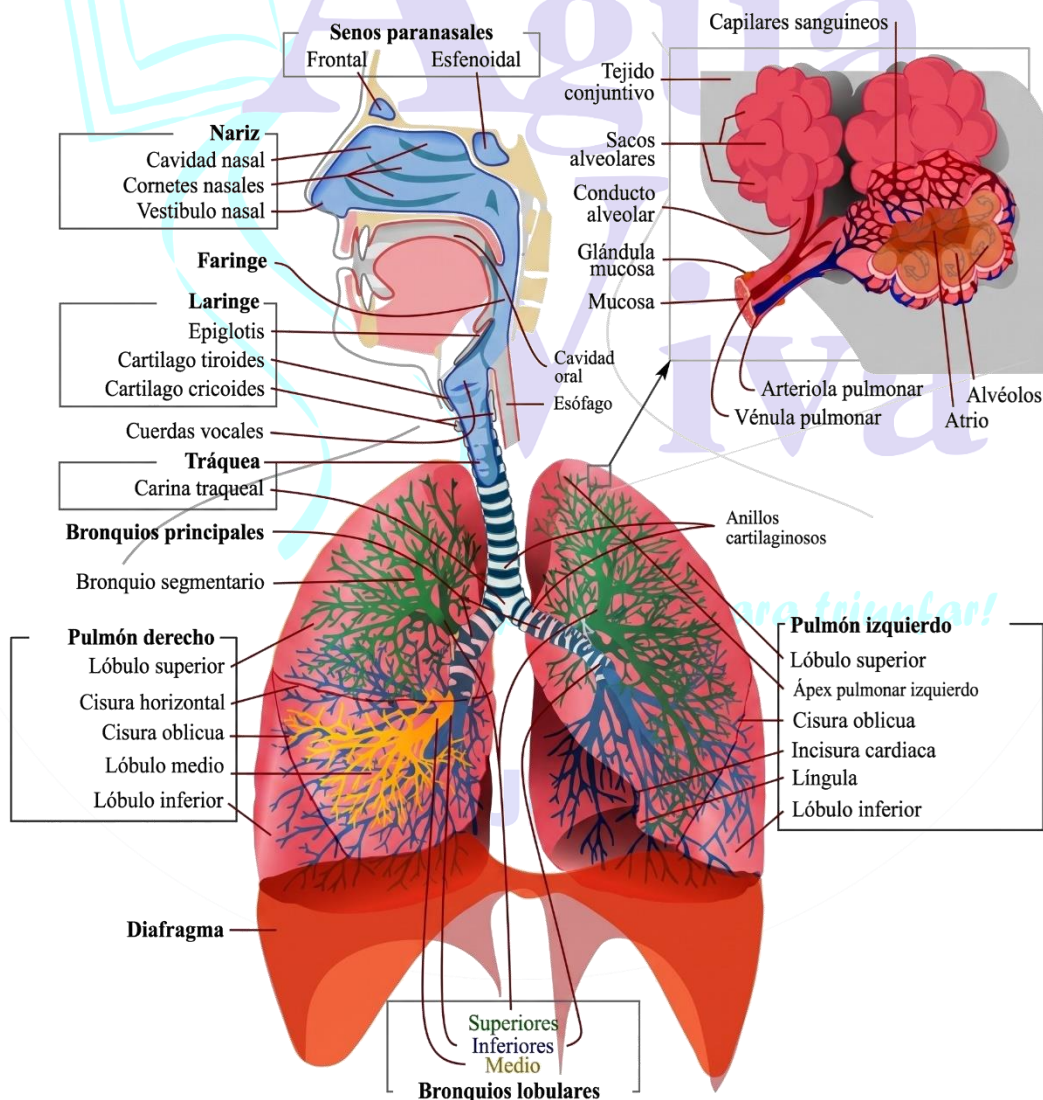
El sistema respiratorio es el conjunto de órganos encargados de la **oxigenación de la sangre** y de la **eliminación del dióxido de carbono (CO₂)** producido por las células de todo el cuerpo. Para cumplir esta tarea, el sistema respiratorio se organiza en dos grandes grupos de estructuras: las vías respiratorias, encargadas de conducir y acondicionar el aire antes de que llegue a los pulmones, y los propios pulmones, donde finalmente ocurre el intercambio de gases.

encuentran tapizadas de pelos y de finos cilios (llamados vibrisas), cuya función es atrapar el polvo y otras partículas extrañas presentes en el aire antes de que continúen su camino hacia el interior del cuerpo. Las células epiteliales que revisten estas cavidades secretan además un moco que humedece el aire inspirado y recoge desechos, los cuales pueden ser eliminados al sonarse la nariz.

En el interior de las fosas nasales se encuentran los **cornetes nasales**, unos pliegues óseos cubiertos de mucosa que guían el flujo de aire a lo largo de estrechos canales llamados meatos, aumentando considerablemente la superficie de contacto entre el aire y la mucosa nasal. Gracias a esta disposición, el aire que llega a los pulmones ya ha sido filtrado, calentado y humedecido, lo cual protege a las delicadas estructuras internas del sistema respiratorio.

LAS FOSAS NASALES:

El aire ingresa al cuerpo a través de las **fosas nasales**, que se



LA FARINGE Y LA LARINGE

La **faringe**, también llamada garganta, es un conducto muscular de aproximadamente 13 centímetros de largo que comunica las fosas nasales con la laringe y el esófago. Al ser compartida entre el sistema respiratorio y el digestivo, participa tanto en el paso del aire como en la deglución de los alimentos, un cruce anatómico que se resuelve gracias a un reflejo coordinado que cierra la vía respiratoria en el momento de tragar.

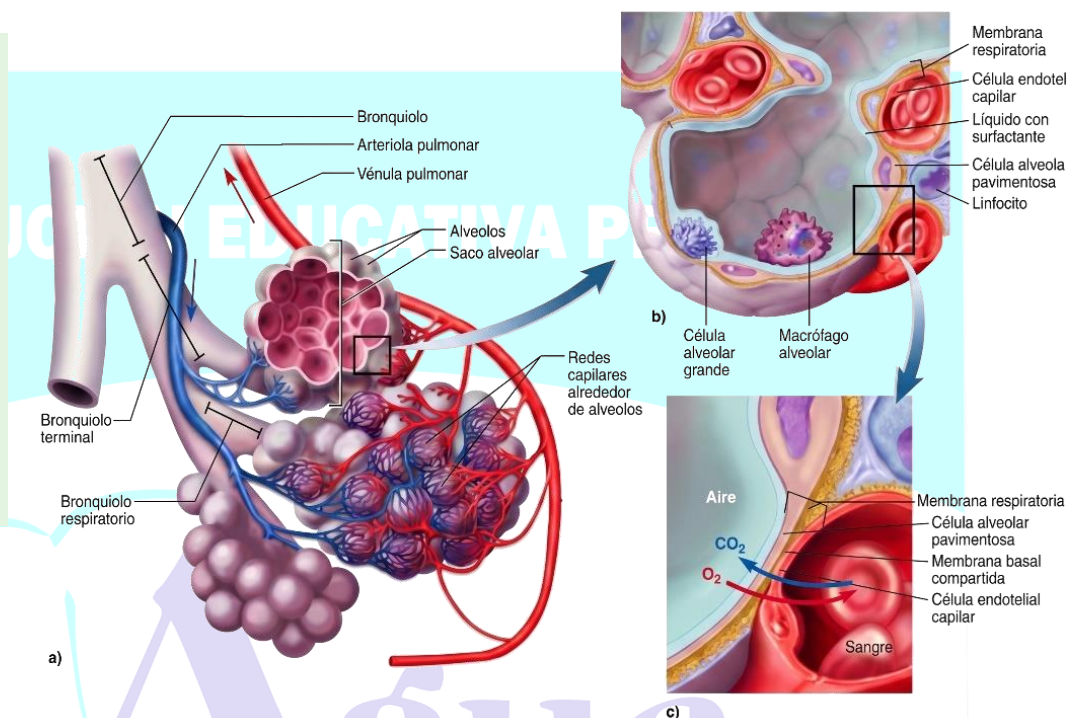
La **laringe** es un conducto cartilaginoso de unos 4,5 centímetros de longitud que une la faringe con la tráquea, y constituye el órgano de la fonación, ya que en su interior se encuentran las **cuerdas vocales** (dos verdaderas y dos falsas), cuya vibración al paso del aire produce la voz. La laringe está formada por tres cartílagos impares – epiglotis, tiroides y cricoides– y tres pares de cartílagos más pequeños –aritenoides, corniculados y cuneiformes–, que en conjunto le dan su característica estructura rígida pero móvil.

La afección más común de la laringe humana es la **laringitis**, una inflamación que suele acompañar a los resfriados comunes y que provoca disminución o pérdida temporal de la voz. Con menor frecuencia, la laringe también puede verse afectada por el **cáncer de laringe**, cuyo principal factor de riesgo es el consumo de tabaco combinado con el consumo excesivo de alcohol.

LA TRÁQUEA Y LOS BRONQUIOS

La **tráquea** es un tubo largo y membranoso, revestido internamente por una mucosa ciliada, que mide aproximadamente 13 centímetros de longitud. Sus paredes están reforzadas por entre 16 y 20 anillos de cartílago con forma de herradura, que le impiden colapsarse mientras permanece flexible para adaptarse a los movimientos del cuello. Es una estructura especialmente susceptible a infecciones respiratorias, y en casos de obstrucción severa por un cuerpo extraño puede ser necesario realizar una traqueotomía, es decir, abrir quirúrgicamente una vía de acceso al aire a través de su pared.

Al llegar a su extremo inferior, la tráquea se divide en dos **bronquios principales**, el derecho y el izquierdo, cada uno de los cuales se dirige hacia su respectivo pulmón.



Estos bronquios continúan ramificándose progresivamente en conductos cada vez más pequeños llamados **bronquiolos**, formando en conjunto una estructura que recuerda a las ramas de un árbol, por lo que suele denominarse «árbol pulmonar»; se calcula que cada pulmón contiene cerca de 25 000 bronquiolos. Tanto los bronquios como los bronquiolos poseen paredes con fibras elásticas y musculares que les permiten expandirse durante la inspiración y contraerse durante la espiración.

LOS PULMONES

Los **pulmones** son dos órganos blandos, esponjosos y elásticos, ubicados en la cavidad torácica sobre el músculo del diafragma. El pulmón derecho es ligeramente más grande y posee **tres lóbulos** (superior, medio e inferior), mientras que el pulmón izquierdo, al compartir espacio con el corazón, posee únicamente **dos lóbulos** (superior e inferior).

En el interior de los pulmones, los bronquiolos terminan en pequeños sacos de aire llamados **alvéolos**, las estructuras fundamentales donde ocurre el intercambio gaseoso, proceso conocido como **hematosis**. Las paredes de los alvéolos están formadas por células epiteliales especializadas llamadas neumocitos: el **neumocito tipo I** es una célula plana, la más abundante, encargada directamente del intercambio de oxígeno y dióxido de carbono; el **neumocito tipo II** es una célula de forma cúbica que produce una sustancia llamada surfactante, indispensable para evitar que el alvéolo colapse sobre sí mismo durante la respiración. También se encuentran en los alvéolos los **macrófagos alveolares**, células defensoras

conocidas popularmente como «células del polvo», encargadas de limpiar el aire de partículas y microorganismos que hayan logrado llegar hasta esta profundidad del sistema respiratorio.

Cada pulmón está envuelto por una membrana serosa doble llamada **pleura**, cuyo espacio interno está ocupado por un líquido lubricante, el líquido pleural, que reduce la fricción entre las dos capas de la pleura durante los movimientos respiratorios.

LA MECÁNICA RESPIRATORIA: INSPIRACIÓN Y ESPIRACIÓN

La ventilación pulmonar depende de cambios de volumen y de presión dentro de la caja torácica. Durante la **inspiración**, el diafragma —una división musculotendinosa que separa el tórax del abdomen— se contrae y desciende, mientras que los músculos intercostales externos elevan las costillas; ambos movimientos aumentan el volumen de la cavidad torácica, lo cual reduce la presión dentro de los pulmones por debajo de la presión atmosférica y provoca que el aire ingrese de forma natural.

Durante la **expiración**, el diafragma se relaja y asciende, el volumen torácico disminuye, la presión interna aumenta por encima de la presión atmosférica, y el aire sale de los pulmones. En una respiración forzada, como al hacer ejercicio intenso, también intervienen los músculos abdominales y los intercostales internos, que ayudan a expulsar el aire con mayor rapidez y fuerza.

EL TRANSPORTE DE GASES EN LA SANGRE

Una vez que el oxígeno atraviesa la pared alveolar, se une a la **hemoglobina** presente en los glóbulos rojos, formando **oxihemoglobina**, la principal forma en que el oxígeno viaja hacia los tejidos del cuerpo. El dióxido de carbono producido por las células, por su parte, regresa hacia los pulmones a través de la sangre, transportado mayoritariamente disuelto en el plasma en forma de ion bicarbonato, aunque una fracción menor también se transporta unida a la propia hemoglobina o disuelta directamente en el plasma.

Sustancia	Forma de transporte en la sangre
Oxígeno (O ₂)	Unido a la hemoglobina, formando oxihemoglobina
Dióxido de carbono (CO ₂)	Principalmente como ion bicarbonato disuelto en el plasma
Surfactante pulmonar	Recubre la superficie interna del alvéolo, evitando su colapso

LA REGULACIÓN NERVIOSA DE LA RESPIRACIÓN

La respiración es, en su mayor parte, un proceso involuntario, controlado por un centro nervioso ubicado en el **bulbo raquídeo**, que genera de manera automática el ritmo de inspiración y expiración. Este centro recibe información constante de unos receptores llamados quimiorreceptores, sensibles principalmente a los cambios en la concentración de CO₂ y al pH de la sangre: cuando el nivel de CO₂ aumenta, estos receptores estimulan al centro respiratorio para incrementar la frecuencia y la profundidad de la respiración, con el fin de eliminar el exceso de CO₂ lo más rápido posible.

ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO

Entre las enfermedades más frecuentes del sistema respiratorio se encuentra el **asma**, que se produce cuando los bronquios y bronquiolos se inflaman, reduciendo el espacio por el que pasa el aire. Esta inflamación suele comenzar cuando una sustancia irritante, como el humo del cigarro, entra en contacto con la pared de las vías respiratorias, activando al sistema inmunológico, que envía células especializadas llamadas mastocitos hacia la zona irritada; estas células liberan histamina, lo cual provoca broncoespasmo y un aumento en la producción de moco, generando ataques de tos y dificultad para respirar.

La **EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica)** agrupa afecciones como el enfisema y la bronquitis crónica, y está fuertemente asociada al consumo prolongado de tabaco; provoca una obstrucción progresiva y poco reversible del flujo de aire hacia los pulmones. La **neumonía** es una infección que inflama los alvéolos, los cuales pueden llegar a llenarse de líquido o pus, dificultando gravemente el proceso de hematosis y, por tanto, la oxigenación adecuada de la sangre.

PRÁCTICA

I Preguntas de selección

1. ¿Cuál es la función principal del aparato respiratorio?

- a) Oxigenar la sangre y eliminar CO₂
- b) Transportar nutrientes a las células
- c) Producir hormonas metabólicas
- d) Filtrar sustancias tóxicas de la sangre

2. ¿Qué estructura está tapizada de pelos y moco que atrapan partículas extrañas?

- a) Laringe
- b) Fosas nasales
- c) Tráquea
- d) Bronquiolos

3. ¿Cuál es el conducto muscular de aproximadamente 13 cm que comunica las fosas nasales con la laringe y el esófago?

- a) Tráquea b) Bronquio
c) Faringe d) Epiglotis

4. ¿Qué estructura contiene las cuerdas vocales y es el órgano de la fonación?

- a) Faringe b) Tráquea
c) Bronquios d) Laringe

5. ¿Cuáles son los tres cartílagos impares de la laringe?

- a) Epiglotis, tiroides y cricoides b) Aritenoides, corniculados y cuneiformes
c) Cornetes superior, medio e inferior d) Tiroides, aritenoides y septal

6. ¿Qué estructura está reforzada por 16 a 20 anillos de cartílago y comunica la laringe con los bronquios?

- a) Faringe b) Tráquea
c) Bronquiolos d) Alvéolos

7. ¿En qué estructuras ocurre la hematosis o intercambio gaseoso?

- a) Bronquios b) Bronquiolos
c) Tráquea d) Alvéolos

8. ¿Qué tipo de neumocito produce la sustancia surfactante?

- a) Neumocito tipo II b) Neumocito tipo I
c) Neumocito tipo III d) Macrófago alveolar

9. ¿Qué membrana serosa recubre la superficie de los pulmones?

- a) Peritoneo b) Pericardio
c) Pleura d) Mucosa respiratoria

10. ¿Qué músculo separa la cavidad torácica de la abdominal y es el principal responsable de la inspiración?

- a) Intercostal externo b) Esternocleidomastoideo
c) Escaleno d) Diafragma

II. Durante la inspiración, el diafragma:

- a) Se contrae y desciende, aumentando el volumen torácico b) Se relaja y asciende, disminuyendo el volumen torácico

- c) Permanece inmóvil d) Se contrae y asciende

12. ¿En qué forma viaja principalmente el CO₂ por la sangre?

- a) Disuelto en los glóbulos blancos b) Como ion bicarbonato en el plasma
c) Como gas puro en el plasma d) Unido a las plaquetas

13. La inflamación de bronquios y bronquiolos, con broncoespasmo mediado por histamina, caracteriza a:

- a) La laringitis b) La sinusitis
c) El asma d) La faringitis

14. ¿Qué estructura nerviosa regula automáticamente el ritmo de la respiración?

- a) La médula espinal b) El cerebelo
c) La corteza cerebral d) El bulbo raquídeo

15. ¿Qué enfermedad pulmonar crónica está fuertemente asociada al consumo de tabaco?

- a) Neumonía b) Laringitis
c) EPOC d) Sinusitis

II. Frases para completar

1. El intercambio gaseoso entre el aire y la sangre se denomina _____

2. Las células que producen surfactante se llaman _____

3. El músculo principal de la inspiración es el _____

4. El centro nervioso que regula automáticamente la respiración se ubica en el _____

5. El CO₂ es transportado principalmente en la sangre en forma de ion _____

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saladin (Anatomía y Fisiología)

Saladin, K. S. (2022). *Anatomía y fisiología: La unidad entre la forma y la función* (9ª ed.). McGraw-Hill.

2. Marieb (Anatomía y Fisiología Humana)

Marieb, E. N. (2008). *Anatomía y fisiología humana* (9ª ed.). Pearson Educación.

3. Lodish et al. (Biología Celular y Molecular)

Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C. A., Krieger, M., Scott, M. P., Zipursky, L., & Darnell, J. (2005). *Biología celular y molecular* (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

4. Netter (Atlas de Anatomía Humana)

Netter, F. H. (2007). *Atlas de anatomía humana* (4ª ed.). Elsevier Masson.

5. Tortora y Derrickson (Principios de Anatomía y Fisiología)

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología* (13ª ed.). Editorial Médica Panamericana.

FÍSICA

QUINTO DE SECUNDARIA

SESIONES DE APRENDIZAJE – III BIMESTRE

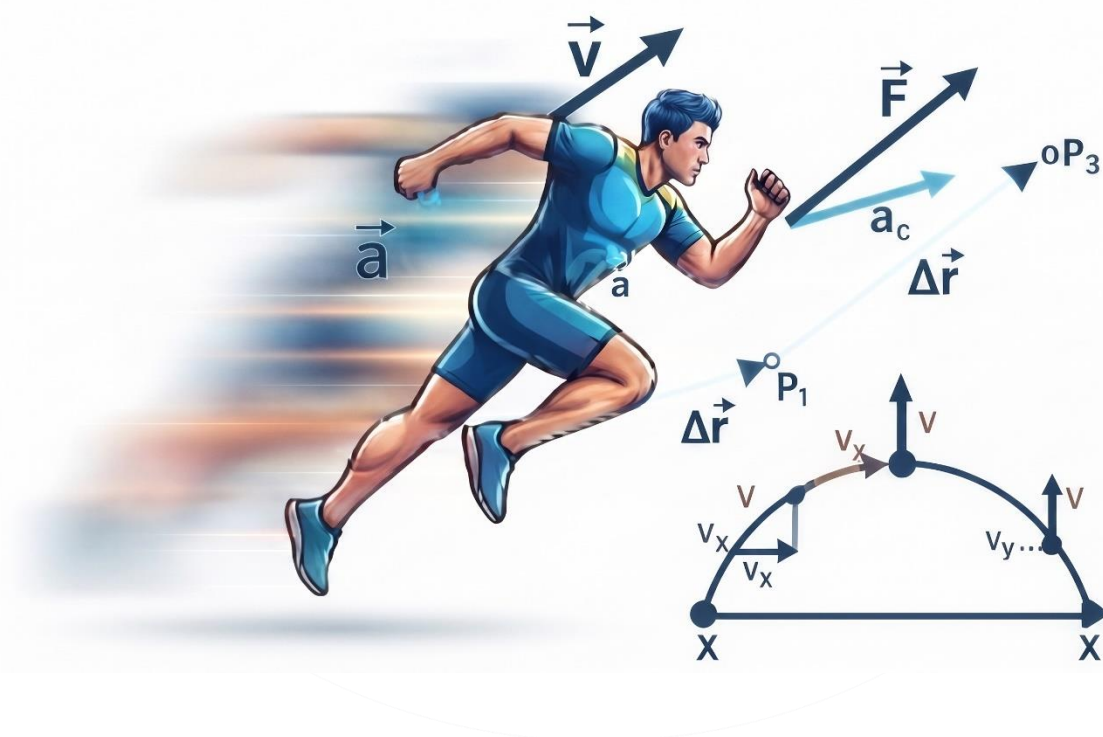
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA

Docente:

Josué Arteaga Núñez

Contenido

ANÁLISIS VECTORIAL I	1
ANÁLISIS VECTORIAL II	5
MRU.....	9
MRUV	13
MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE I	17
MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE II	21
MOVIMIENTO PARABÓLICO DE CAÍDA LIBRE (M.P.C.L.)	24



SESIÓN 1

ANÁLISIS VECTORIAL I

PROPÓSITO: Distinguir magnitudes escalares y vectoriales. Identificar los elementos de un vector (módulo, dirección y sentido).

MARCO TEÓRICO

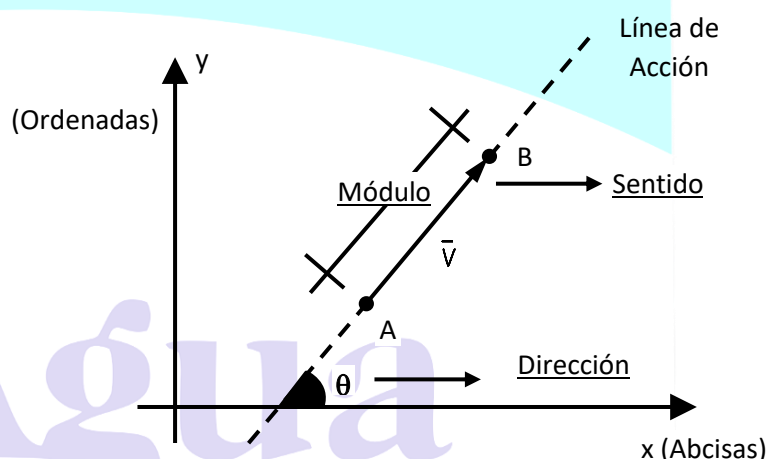
Magnitudes Escalares y Vectoriales

Magnitudes Escalares: Son aquellas que quedan completamente definidas con solo indicar su valor numérico y su unidad. No necesitan dirección.

Ejemplos: masa, temperatura, tiempo, distancia recorrida, energía.

Magnitudes Vectoriales: Además del valor numérico y unidad, necesitan dirección y sentido para quedar completamente definidas.

Ejemplos: fuerza, velocidad, aceleración, desplazamiento, peso.



• **Sentido:** Es la orientación de la flecha a lo largo de su dirección. Puede ser positivo o negativo respecto a la dirección establecida.

Representación matemática: Vector: $\vec{V} = \vec{V}$
 $= \overrightarrow{AB}$ Módulo: $|\vec{V}| = |\overrightarrow{AB}| = V$

El Vector

VECTOR: (del latín "vector" que conduce) Es una magnitud vectorial representada gráficamente por una **flecha orientada** en el espacio.

Todo vector consta de 3 elementos importantes:

- **Módulo:** Es la longitud o magnitud del vector. Se representa: $|\vec{V}| = V$. Indica cuánto tiene el vector.
- **Dirección:** Es la recta sobre la que actúa el vector (línea de acción), definida por el ángulo θ . Indica hacia dónde apunta el vector.

Tipos de Vectores

Colineales: Se encuentran sobre la misma línea de acción.

Concurrentes: Sus líneas de acción concurren en un mismo punto.

Paralelos: Cuando las líneas de acción son paralelas (no se cortan).

Vector Opuesto ($-\vec{V}$): Son iguales en módulo pero de sentidos opuestos. Nota: vectores opuestos son también paralelos.

Vectores Iguales: Si sus 3 elementos son iguales: $|\vec{A}| = |\vec{B}|$, misma dirección y mismo sentido. Todo vector puede trasladarse en forma paralela sin alterar sus elementos.

Multiplicación de un Vector por un Escalar

Si el número es positivo ($k > 0$): El vector resultante mantiene el mismo sentido.

- $k > 1$: El módulo crece y se mantiene el sentido. Ej: $|2\vec{A}| = 2|\vec{A}|$
- $0 < k < 1$: El módulo decrece y se mantiene el sentido. Ej: $|\frac{1}{2}\vec{A}| = \frac{1}{2}|\vec{A}|$

Si el número es negativo ($k < 0$): El vector resultante cambia de sentido. Ej: $|-2\vec{B}| = 2|\vec{B}|$ pero sentido contrario.

Suma de Vectores – Vector Resultante

Consiste en reemplazar a un conjunto de vectores por un único vector llamado VECTOR RESULTANTE, que produce el mismo efecto.

Vector Nulo: Es aquel cuyo módulo es cero ($|\vec{R}| = 0$). La suma de dos vectores opuestos siempre da el vector nulo.

Para vectores paralelos y/o colineales: Se tratan como números reales con signo.

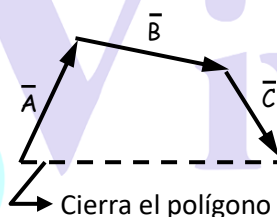
- **Mismo sentido (+):** Se suman los módulos. El sentido de $\vec{R}$ es el de ambos.
- **Sentidos opuestos:** Se restan los módulos. El sentido de $\vec{R}$ es el del mayor.

Método del Polígono (vectores con ángulo entre sí): Consiste en colocar un vector a continuación del otro (extremo con extremo). La resultante va del origen del primero hasta el extremo del último.

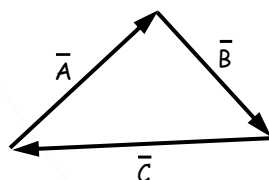
Fórmula: $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \dots$

¡IMPORTANTE! En general: $|\vec{R}| \neq |\vec{A}| + |\vec{B}|$. La igualdad solo se cumple si los vectores son colineales o paralelos con el mismo sentido.

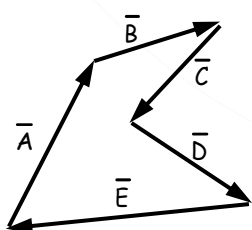
Si el polígono se cierra, la resultante es el **vector nulo**: $\vec{R} = \vec{0}$.



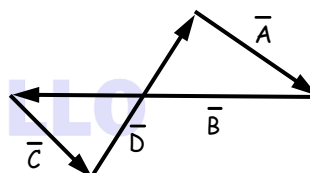
$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$



$$\vec{R} = 0$$



$$\vec{R} =$$



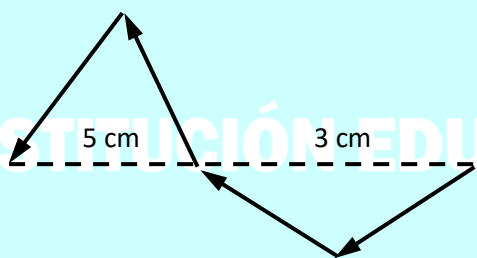
$$\vec{R} =$$

PRÁCTICA

Hallar la resultante.

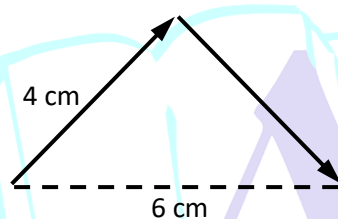
1.

- a) 2 cm
- b) 3 cm
- c) 5 cm
- d) 4 cm
- e) 8 cm



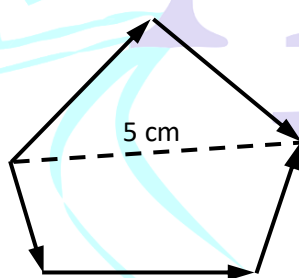
2.

- a) 2 cm
- b) 3 cm
- c) 6 cm
- d) 4 cm
- e) 10 cm



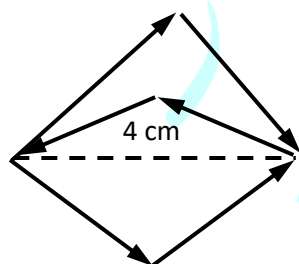
3.

- a) 2 cm
- b) 5 cm
- c) 7 cm
- d) 8 cm
- e) 10 cm



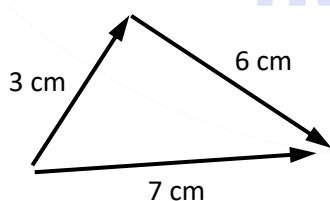
4.

- a) 2 cm
- b) 4 cm
- c) 8 cm
- d) 10 cm
- e) 12 cm



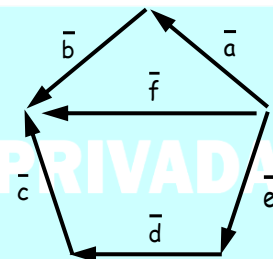
5.

- a) 9 cm
- b) 16 cm
- c) 10 cm
- d) 7 cm
- e) 14 cm



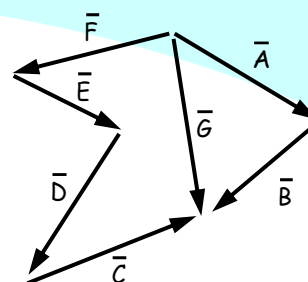
6.

- a) $2\vec{f}$
- b) $3\vec{a}$
- c) $3\vec{c}$
- d) $3\vec{f}$
- e) $2\vec{d}$



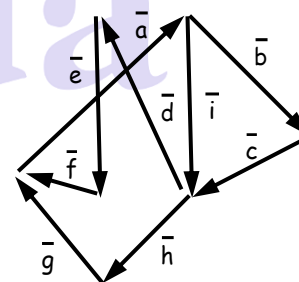
7.

- a) $2\vec{A}$
- b) $3\vec{C}$
- c) $-3\vec{C}$
- d) $3\vec{F}$
- e) $3\vec{G}$



8.

- a) Cero
- b) $\vec{a}$
- c) $-\vec{a}$
- d) $\vec{b}$
- e) $\vec{f}$

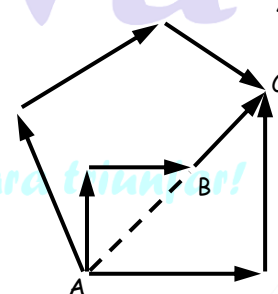


En los siguientes casos hallar el módulo del vector resultante:

$$\overline{AB} = \overline{BC} = 2\mu$$

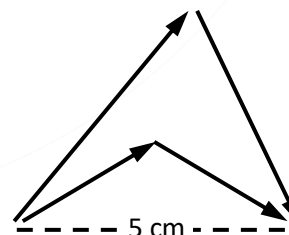
9.

- a) 6μ
- b) 10μ
- c) 11μ
- d) 14μ
- e) 12μ



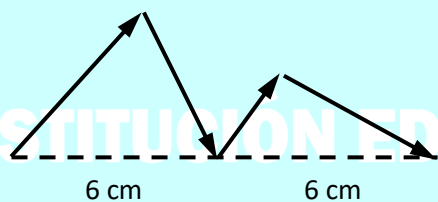
10.

- a) 2 cm
- b) 3
- c) 5
- d) 10
- e) 14



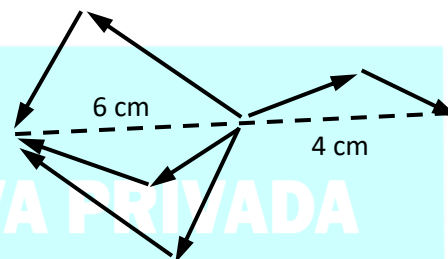
11.

- a) 6 cm
- b) 8
- c) 10
- d) 12
- e) 3



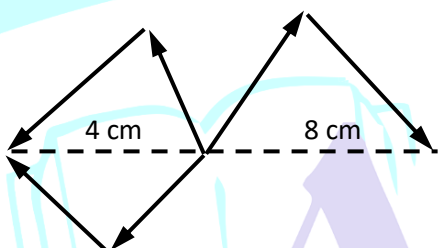
14.

- a) 15
- b) 14
- c) 13
- d) 12
- e) 10



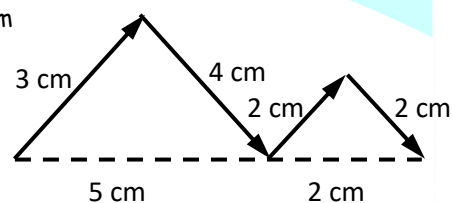
12.

- a) 2 cm
- b) 4
- c) Cero
- d) 12
- e) 16



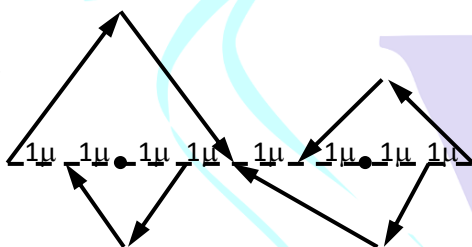
15.

- a) 11 cm
- b) 3
- c) 7
- d) 22
- e) 4



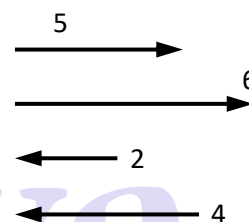
13.

- a) 2μ
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6



16.

- a) 3($\rightarrow$)
- b) 3($\leftarrow$)
- c) 6($\rightarrow$)
- d) 5($\leftarrow$)
- e) 5($\rightarrow$)



¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 2

ANÁLISIS VECTORIAL II

PROPÓSITO: Aplicar la suma algebraica para vectores paralelos y colineales. Usar el método del Paralelogramo para hallar la resultante de dos vectores con ángulo entre sí.

MARCO TEÓRICO

Suma de Vectores Paralelos y/o Colineales

Regla de signo: Asigna (+) al sentido de referencia ($\rightarrow$) y (-) al sentido contrario ($\leftarrow$).

• Suma los módulos con igual sentido:

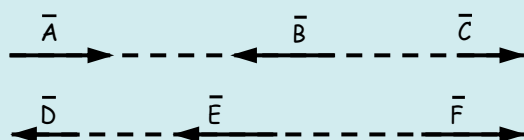
$$R = A + B + C + \dots$$

• Resta los módulos con sentidos opuestos:

$$R = \Sigma(\rightarrow) - \Sigma(\leftarrow)$$

• El sentido de R es el del grupo de **mayor suma**.

Ejemplo:



Si: $A = 2\mu$ $B = 3\mu$ $C = 1\mu$

$D = 1\mu$ $E = 3\mu$ $F = 5\mu$

$$\vec{A}, \vec{C} \text{ y } \vec{F}: \vec{A} + \vec{C} + \vec{F} = 2 + 1 + 5 = 8(\rightarrow)$$

$$\vec{B}, \vec{D} \text{ y } \vec{E}: \vec{B} + \vec{D} + \vec{E} = 3 + 1 + 3 = 7(\leftarrow)$$

Luego $\vec{R} = 8 - 7 = 1(\rightarrow)$

Método del Paralelogramo

Se usa cuando dos vectores forman un ángulo θ diferente de cero entre sí.

Procedimiento: Trasladar uno de los vectores de forma paralela hasta que su origen coincida con el del otro. Trazar paralelas a cada vector desde sus extremos. La figura formada es un paralelogramo. La diagonal mayor es el vector resultante $\vec{R}$.

Fórmula - Ley del Coseno:

$$|\vec{R}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2|\vec{A}||\vec{B}| \cdot \cos \theta$$

donde θ es el ángulo ENTRE los dos vectores.

RECUERDA! Si $A=3$ y $B=5$, NO es correcto decir $R=8$ a menos que sean colineales del mismo sentido.

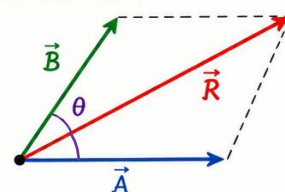
La magnitud de la resultante $\vec{R}$ de dos vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$ que forman un ángulo θ entre sí, se calcula con:

$$|\vec{R}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2|\vec{A}||\vec{B}| \cdot \cos \theta$$

SIGNIFICADO:

- $|\vec{R}|$: magnitud de la resultante
- $|\vec{A}|$: magnitud del vector $\vec{A}$
- $|\vec{B}|$: magnitud del vector $\vec{B}$
- θ : ángulo entre $\vec{A}$ y $\vec{B}$ ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)

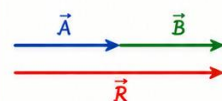
REPRESENTACIÓN:



$\vec{R}$ es la diagonal del paralelogramo formado por $\vec{A}$ y $\vec{B}$.

CASOS ESPECIALES

1) $\theta = 0^\circ$ (misma dirección)

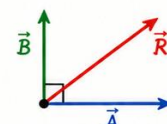


$$\cos 0^\circ = 1$$

$$|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}|$$

Resultante máxima

2) $\theta = 90^\circ$ (perpendiculares)

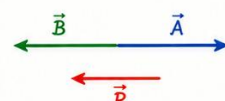


$$\cos 90^\circ = 0$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2}$$

Teorema de Pitágoras

3) $\theta = 180^\circ$ (direcciones opuestas)



$$\cos 180^\circ = -1$$

$$|\vec{R}| = ||\vec{A}| - |\vec{B}||$$

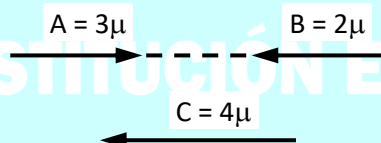
Resultante mínima

PRÁCTICA

Hallar el módulo del vector resultante en los siguientes casos:

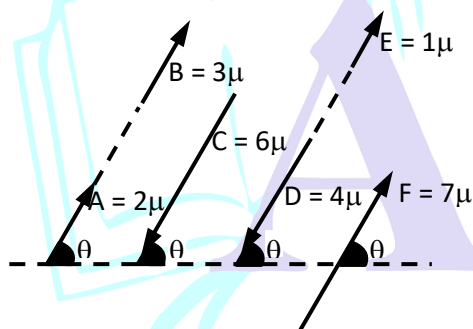
1.

- a) 3μ
- b) 9μ
- c) 1μ
- d) 5μ
- e) 7μ



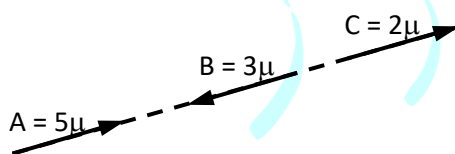
2.

- a) 2μ
- b) 3μ
- c) 5μ
- d) 7μ
- e) 9μ



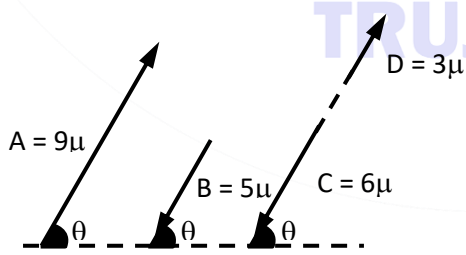
3.

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



4.

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



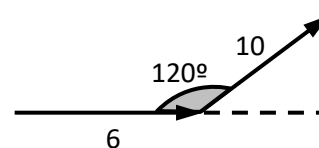
5. Si la $R_{\text{máx}}$ de 2 vectores es 17 y la resultante mínima 7. Hallar el módulo de dichos vectores.

- a) 2 y 5
- b) 10 y 7
- c) 5 y 12
- d) 8 y 9
- e) 13 y 4

6. Hallar el módulo del V. Resultante:

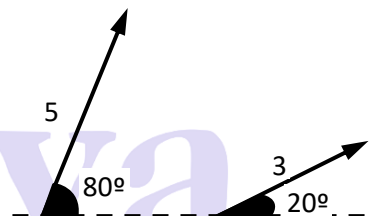
$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}; \cos 120^\circ = -\frac{1}{2}.$$

- a) 10
- b) 11
- c) 12
- d) 13
- e) 14



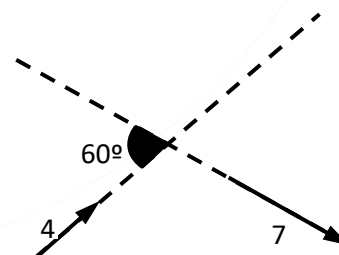
7. Hallar el módulo del V. Resultante:

- a) 8
- b) 2
- c) 7
- d) 15
- e) 14



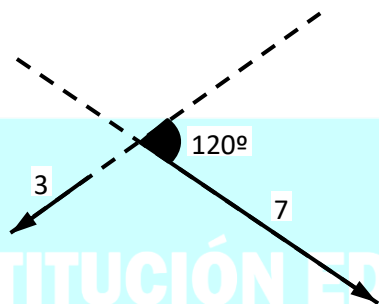
8. Hallar el módulo del V. Resultante:

- a) $\sqrt{13}$
- b) $\sqrt{31}$
- c) $\sqrt{46}$
- d) 11
- e) $\sqrt{93}$

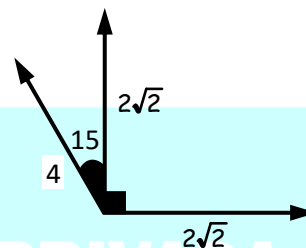


9.

- a) $\sqrt{65}$
- b) $\sqrt{71}$
- c) $\sqrt{83}$
- d) $\sqrt{79}$
- e) $\sqrt{76}$

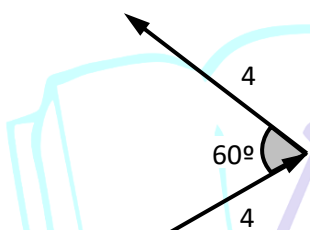


- a) 2
- b) 4
- c) $4\sqrt{3}$
- d) $2\sqrt{3}$
- e) $4\sqrt{2}$



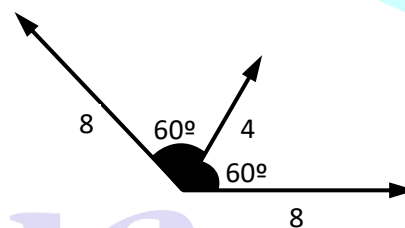
10.

- a) 2
- b) 4
- c) $4\sqrt{3}$
- d) 8
- e) 3



14.

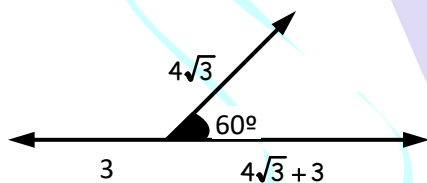
- a) 12
- b) 4
- c) 24
- d) 16
- e) $4\sqrt{3}$



Hallar el módulo de la resultante en los siguientes casos:

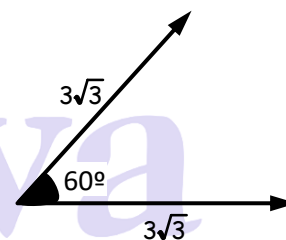
11.

- a) 10
- b) 12
- c) $5\sqrt{3}$
- d) $4\sqrt{3}$
- e) 8



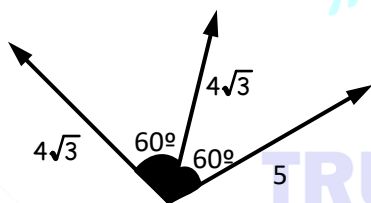
1.

- a) $2\sqrt{3}$
- b) $3\sqrt{3}$
- c) $6\sqrt{3}$
- d) 9
- e) 12



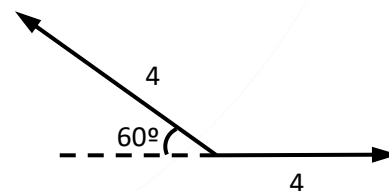
12.

- a) 17
- b) 13
- c) $4\sqrt{3}$
- d) 12
- e) 14



2.

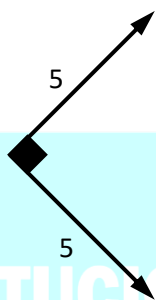
- a) 4
- b) $4\sqrt{3}$
- c) $2\sqrt{3}$
- d) 8
- e) $8\sqrt{3}$



13. Hallar el módulo de la resultante.

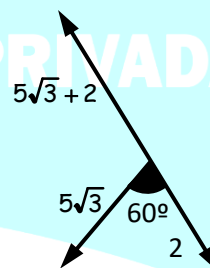
3.

- a) $5\sqrt{3}$
- b) $5\sqrt{2}$
- c) $6\sqrt{2}$
- d) $4\sqrt{3}$
- e) $5\sqrt{3}$



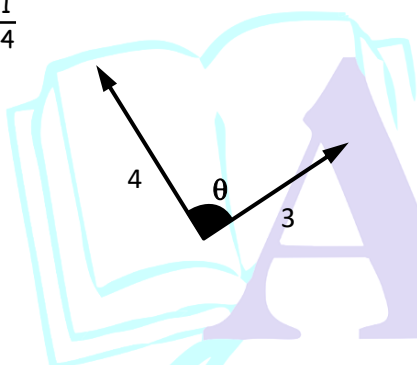
6.

- a) 15
- b) 5
- c) $5\sqrt{3}$
- d) $4\sqrt{3}$
- e) $2\sqrt{3}$



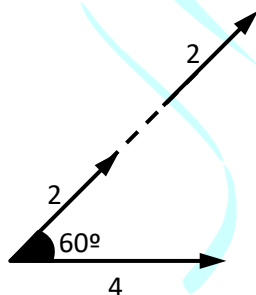
4. $\cos\theta = \frac{11}{24}$

- a) 2
- b) 7
- c) 6
- d) 5
- e) 8



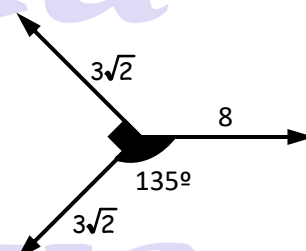
5.

- a) $2\sqrt{3}$
- b) $4\sqrt{3}$
- c) $3\sqrt{3}$
- d) 6
- e) 4



7.

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



¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

SESIÓN 3

MRU

PROPÓSITO: Definir el MRU e identificar sus características. Aplicar la fórmula $e = vt$ para resolver problemas de distancia, velocidad y tiempo.

MARCO TEÓRICO

Definición y Características

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU): Es aquel movimiento rectilíneo en el cual la velocidad permanece constante (aceleración = 0).

CARACTERÍSTICAS:

- En tiempos iguales, el móvil recorre espacios iguales.
- La velocidad permanece constante en valor, dirección y sentido.
- El espacio recorrido es directamente proporcional al tiempo empleado.

Fórmula Fundamental y Unidades

FÓRMULA DEL MRU: $e = v \cdot t$

e = distancia o espacio recorrido (m o km)

v = velocidad constante (m/s o km/h)

t = tiempo (s o h)

VELOCIDADES DE REFERENCIA:

- Velocidad de la luz en el vacío:
300 000 km/s
- Velocidad del sonido en el aire:
340 m/s (= 1 Mach)

Trenes y Obstáculos

Cuando un tren de longitud L_{tren} pasa por un obstáculo:

- Pasar frente a un POSTE: $e = L_{\text{tren}}$
- Atravesar un PUENTE o TÚNEL de longitud L : $e = L_{\text{tren}} + L_{\text{puente}}$ (o $L_{\text{túnel}}$)
- Tiempo empleado: $t = e / v$

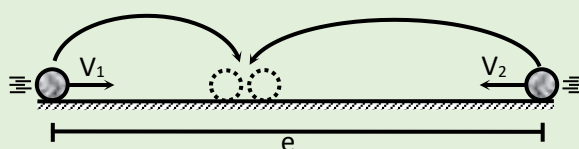
Eco y sonido: El sonido recorre la distancia de ida y vuelta. Si el eco llega en tiempo t :
 $d_{\text{pared}} = (340 \times t) / 2$

Tiempo de Encuentro y Tiempo de Alcance

TIEMPO DE ENCUENTRO (T_e):

Móviles que se aproximan el uno al otro (sentidos contrarios).

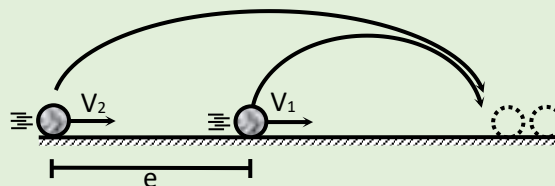
$$T_e = \frac{e}{V_1 + V_2}$$



TIEMPO DE ALCANCE (T_a):

Móviles que van en el mismo sentido (uno persigue al otro, $V_2 > V_1$).

$$T_a = \frac{e}{V_2 - V_1}$$



PRÁCTICA

1. Relacione correctamente :

I. M.R.U.

A. Fórmulas

Particulares

II. 18 km/h

B. 5 m/s

III. Tiempo de encuentro
y tiempo de alcance

C. Velocidad
Constante

a) IC , IIB , IIA

d) IC , IIA , IIIB

b) IA , II B , IIIC

e) IA , IIC , IIIB

c) IB , IIA , IIIC

2. Complete :

* La velocidad de la luz en el vacío es

_____.

* La velocidad del sonido en el aire es

_____.

* Un mach es igual a _____.

3. Omar vive a 240 m del colegio y viaja en su bicicleta con una velocidad de 8 m/s. ¿Cuánto tiempo tarda en llegar?

a) 10 s

b) 6

c) 3

d) 30

e) 20

4. Los chicos de una promoción viajan a Huancayo, ubicado a 600 km de Lima. Si el viaje duró 5 h. ¿Cuál fue la velocidad del ómnibus en el que viajaron?

a) 100 km/h

b) 140

c) 80

d) 120

e) 124

5. Un automóvil viaja con una velocidad de 90 km/h. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer una distancia de 500 m?

a) 5,5 s

b) 10

c) 15

d) 25

e) 20

6. Dos niños están separados por una distancia de 600 m y parten simultáneamente al encuentro con velocidades constantes de 3 m/s y 2 m/s. ¿Después de cuánto se encontrarán?

a) 2 min.

b) 3

c) 4

d) 3,5

e) 5

7. Freddy y su novia están separados por una distancia de 300 m y parten simultáneamente al encuentro con velocidades de 4 m/s y 6 m/s. ¿Después de cuántos segundos estarán separados 50 m?

a) 40 s

b) 25

c) 10

d) 15

e) 30

8. Encontrar al cabo de que tiempo los móviles mostrados se encontrarán a 500 m de distancia, sin haberse cruzado aún.



a) 14 s

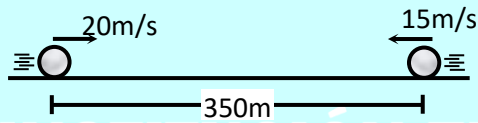
b) 13

c) 12

d) 11

e) 10

9. ¿Después de cuántos segundos los móviles mostrados volverán a estar a la misma distancia?



- a) 15 s b) 40 c) 30
d) 20 e) 12

- 3) Un motociclista viaja con una velocidad de 60 km/h. ¿Cuánto tiempo tardará en recorrer una longitud de 400 m?

- a) 18 s b) 19 c) 24
d) 28 e) 15

10. ¿Qué tiempo emplea en pasar completamente por un túnel de 500 m, un tren de 100 m de longitud que tiene una velocidad constante de 72 km/h?

- a) 40 s b) 15 c) 18
d) 19 e) 30

- 4) Dos perritos "Fido" y "Dido" están separados por una distancia de 500 m y parten simultáneamente al encuentro con velocidades constantes de 7 m/s y 8 m/s. ¿Cuánto tiempo tardarán en estar separados 200 m?

- a) 10 s b) 15 c) 25
d) 20 e) 35

TAREA PARA CASA

- 1) Clasifique como verdadero o falso:

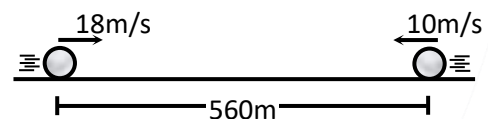
- a) La velocidad del sonido en el aire es 430 m/s.
b) La velocidad de la luz es menor que la del sonido.
c) Un mach es igual a 340 m/s.

- a) FFV b) VVF c) FVF
d) VVV e) FFF

- 2) Javier viaja en su skate con una velocidad constante de 5 m/s. Si va a comprar en una bodega ubicada a 80 m. ¿Cuánto tiempo tardará en llegar?

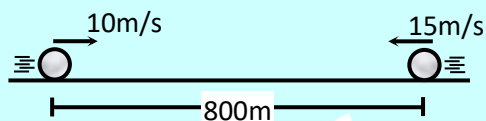
- a) 4 s b) 16 c) 8
d) 42 e) 12

- 5) Los móviles parten simultáneamente. ¿Al cabo de cuánto tiempo estarán frente a frente?



- a) 17 s b) 15 c) 14
d) 13 e) 20

- 6) Encontrar al cabo de que tiempo los móviles mostrados se encontrarán a 500 m de distancia, sin haberse cruzado aún.

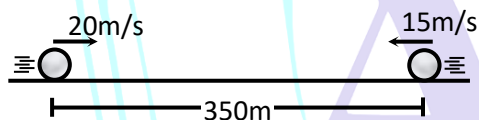


- a) 14 s b) 13 c) 12
d) 11 e) 10

- 9) Dos móviles con velocidades de "V" y "3V" van uno al encuentro del otro, si la separación inicial es de 100 m y el segundo móvil alcanza al primero en 20 segundos. Hallar la velocidad menor.

- a) 1,5 m/s b) 2,5 c) 3,5
d) 2 e) 3

- 7) ¿Después de cuántos segundos los móviles mostrados volverán a estar a la misma distancia?



- a) 15 s b) 40 c) 30
d) 20 e) 12

- 10) Un tren que viaja a razón de 120 m/s ingresa a un túnel de 300 m de longitud y demora 3 segundos en salir de él. ¿Cuál es la longitud del tren?

- a) 60 m b) 600 c) 300
d) 100 e) 30

- 11) Un móvil se desplaza con MRU recorriendo 350 m en 5 segundos. Hallar la distancia recorrida entre el 6º y en 10º segundo de su tiempo empleado.

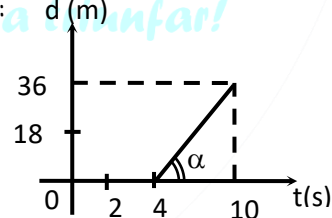
- a) 200 m b) 280 c) 300
d) 320 e) 350

- 8) ¿Qué tiempo emplea en pasar completamente por un túnel de 500 m, un tren de 100 m de longitud que tiene una velocidad constante de 72 km/h?

- a) 40 s b) 15 c) 18
d) 19 e) 30

- 12) La velocidad representada en el siguiente gráfico es :

- a) 3,6 m/s
b) 7,2
c) 6
d) 18
e) 10



SESIÓN 4

MRUV

PROPÓSITO: Definir la aceleración y el MRUV.
Aplicar las cuatro fórmulas cinemáticas del MRUV.
Distinguir movimiento acelerado y retardado.
Resolver problemas de distancia, velocidad y tiempo con aceleración constante.

MARCO TEÓRICO

Definición del MRUV y Aceleración

MRUV: Es aquel movimiento en el que la velocidad experimenta variaciones iguales en tiempos iguales, es decir, la **aceleración es constante**.

ACELERACIÓN (a): Es el cambio de velocidad en un intervalo de tiempo. Permanece constante en el MRUV.

$$a = (V_f - V_i) / t \quad \text{unidad: m/s}^2$$

¿Qué significa 6 m/s²? Que en cada segundo que transcurre, la velocidad del móvil cambia en 6 m/s.

Cuando el guepardo acecha a su presa: parte del reposo y su velocidad aumenta uniformemente → MRUV acelerado.

Fórmulas del MRUV

FÓRMULA DEL M.R.U.V.

$$1. V_f = V_i \pm at$$

$$2. d = V_i t \pm \frac{1}{2} at^2$$

$$3. V_f^2 = V_i^2 \pm 2ad$$

$$4. d = \left(\frac{V_i + V_f}{2} \right) \cdot t$$

$$5. d_{n^\circ} = V_i \pm \frac{1}{2} a(2n-1)$$

V_f = velocidad final (m/s)

V_i = velocidad inicial (m/s)

a = aceleración (m/s²) – valor siempre positivo; el signo (±) indica acelerado o retardado

d = distancia recorrida (m)

t = tiempo (s)

Signo (+): Movimiento ACELERADO (velocidad aumenta)

Signo (-): Movimiento RETARDADO (velocidad disminuye)

Tipos de MRUV

Movimiento ACELERADO: La velocidad y la aceleración tienen el **mismo sentido**. La velocidad AUMENTA. Se usa el signo (+) en las fórmulas.

Movimiento RETARDADO (Desacelerado): La velocidad y la aceleración tienen **sentidos contrarios**. La velocidad DISMINUYE. Se usa el signo (-) en las fórmulas.

Si un móvil PARTE DEL REPOSO: $V_i = 0$

Si un móvil SE DETIENE: $V_f = 0$

PRÁCTICA

1. Clasifique como verdadero (V) o falso (F) cada una de las proposiciones:

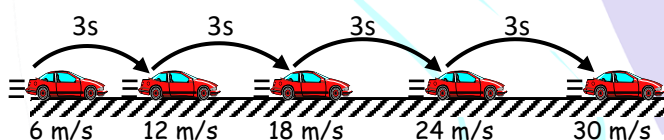
- I. En el M.R.U.V. la aceleración se mantiene constante. ☐
- II. Un auto puede tener velocidad y no tener aceleración. ☐
- III. Un auto puede tener velocidad cero y tener aceleración. ☐
- IV. En el M.R.U.V. no existe aceleración. ☐

2. Clasifique como verdadero (V) o falso (F) e indique la alternativa correcta.

- Ψ En el M.R.U.V., en tiempos iguales se recorren espacios iguales.
- Ψ En el M.R.U.V. la aceleración varía constante.
- Ψ En el M.R.U.V. la velocidad varía en forma constante.
- Ψ Si un móvil parte del reposo, con velocidad nula.

- a) VVFF b) FFVV c) FVVV
d) FVFF e) FFFV

3. De la figura:



Halle la aceleración:

- a) 3 m/s^2 b) 4 c) 2
d) 5 e) 6

4. Un camión atraviesa un cruce con una velocidad de 15 m/s y 4 segundos más tarde, su velocidad es de 7 m/s . ¿Cuál es su aceleración?

- a) 3 m/s^2 b) -4 c) 5
d) -2 e) -1

5. Un ciclista entra en una pendiente con una velocidad de 14 m/s y llega al final de ella con 2 m/s . Si todo el trayecto lo recorrió en 4 segundos. ¿Cuál fue su aceleración?

- a) 1 m/s^2 b) 2 c) 3
d) 4 e) 4,5

6. Un auto con M.R.U.V. tiene una velocidad inicial de 5 m/s , al pasar por un cruce, empieza a acelerar con 2 m/s^2 . Calcule el espacio recorrido en 6 segundos.

- a) 66 m b) 45 c) 50
d) 70 e) 30

7. Halle la velocidad final de un auto que pasa por un punto de 12 m/s y acelera con 4 m/s^2 durante 3 segundos.

- a) 30 m/s b) 24 c) 18
d) 15 e) 17

8. Calcule el tiempo en el que se detuvo un automóvil, si su velocidad era de 20 m/s y recorrió 100 metros hasta detenerse.

- a) 8 s b) 4 c) 10
d) 7 e) 6

9. Una motocicleta se mueve con MRUV y lleva una velocidad de 20 m/s . Si empieza a frenar, hasta que logra detenerse en 10 segundos. Calcule el espacio que recorrió desde que empezó a frenar hasta que se detuvo.

- a) 90 m b) 70 c) 80
d) 100 e) 110

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO

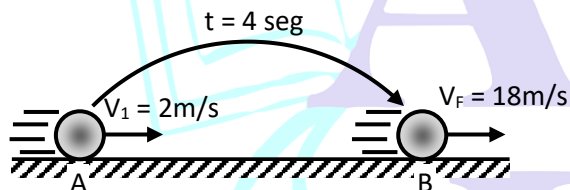
10. Un automóvil con una velocidad de 108 km/h es frenado a razón de 5 m/s^2 . Calcular después de que tiempo se detiene.

a) 5 seg. b) 4 c) 2
d) 8 e) 6

11. Del problema anterior.
¿Qué espacio recorrió el automóvil hasta que se detuvo?

a) 20 m b) 90 c) 45
d) 270 e) 180

12. De la figura:



Calcule la aceleración:

a) 5 m/s^2 b) 4 c) 8
d) 12 e) 1

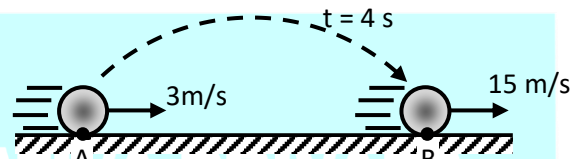
TAREA PARA CASA

- 13) Un móvil entra en una pendiente a una velocidad de 36 Km/h y como consecuencia de la pendiente se acelera con $0,5 \text{ m/s}^2$. La bajada tarda 8 segundos. ¿Cuál es su velocidad al final de la pendiente?

a) 16 m/s b) 12 c) 14
d) 19 e) 15

- 14) Del gráfico:

Calcule la aceleración del móvil.



a) 2 m/s^2 b) 6 c) 4
d) 3 e) 5

- 15) Del problema anterior. ¿Qué espacio recorre el móvil del punto "A" al punto "B"?

a) 45 m b) 55 c) 41
d) 51 e) 36

- 16) José viaja en sus patines con una velocidad de 2 m/s, si ingresa en una pendiente de 20 m de longitud, saliendo de ella con una velocidad de 12 m/s. ¿Cuál fue la aceleración que experimentó?

a) $3,5 \text{ m/s}^2$ b) 2 c) 5
d) 2,5 e) 3

- 17) Un automóvil que viaja con una velocidad de 20 m/s frena en una pista horizontal, recorriendo una distancia de 50 m durante el frenado. Hallar su desaceleración.

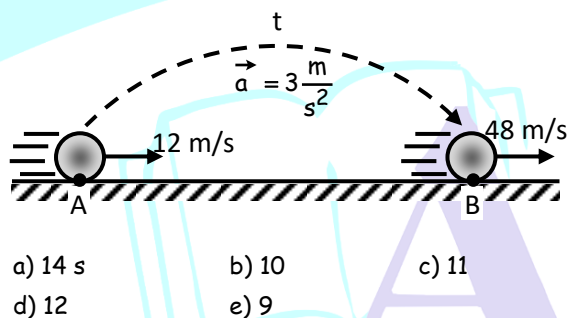
a) 3 m/s^2 b) 4 c) 5
d) 6 e) 1

TRUJILLO

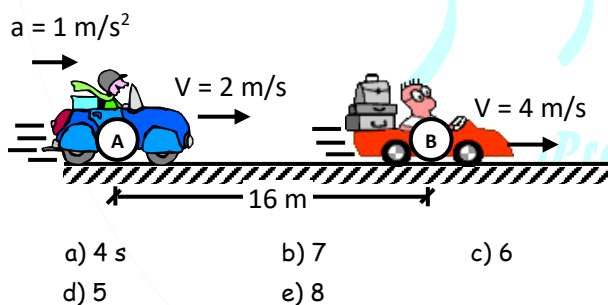
- 18) Un automóvil viaja con una velocidad de 144 Km/h. Al frenar se detiene después de 8 segundos. ¿Qué distancia recorre durante el frenado?

a) 100 m b) 576 c) 160
d) 320 e) 110

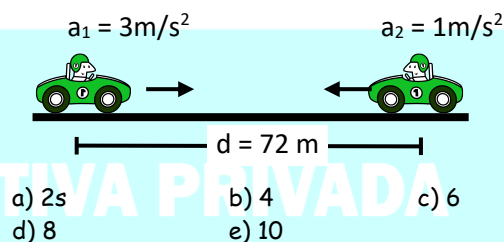
- 19) Del gráfico calcular el tiempo empleado para ir a "A" a "B".



- 20) Del gráfico: A partir del instante mostrado, ¿después de cuánto tiempo el móvil "a" alcanzará al móvil B?



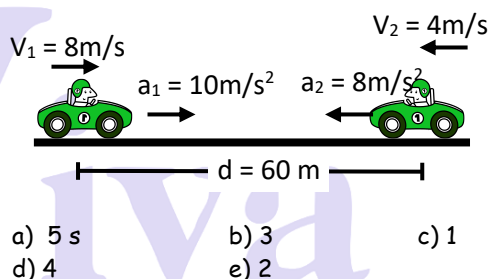
21. Hallar EL tiempo de encuentro, si ambos móviles parten del reposo.



22. Del ejercicio anterior, ¿a qué distancia del primer móvil se produce el encuentro?

a) 26 m b) 54 c) 18
d) 36 e) 42

23. En la figura hallar el tiempo de encuentro



24. Del ejercicio anterior, ¿a qué distancia del segundo móvil se produce el encuentro?

a) 50 m b) 32 c) 24
d) 40 e) 4

TRUJILLO

SESIÓN 5

MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE I

PROPÓSITO: Definir la caída libre y la gravedad. Aplicar las fórmulas cinemáticas verticales para cuerpos soltados ($V_i=0$) y lanzados hacia arriba o hacia abajo. Determinar la altura máxima y los tiempos de vuelo.

MARCO TEÓRICO

Historia y Definición

Aristóteles (340 a.C.): creía que los cuerpos más pesados caen más rápido. ¡2000 años de error!

Galileo Galilei (~1590): Desde la Torre de Pisa lanzó dos cuerpos de distinto peso y ambos tocaron el piso al mismo tiempo. Concluyó que todos caen igual en el vacío.

Isaac Newton: Comprobó la igualdad de tiempos de caída con el tubo de vacío: al invertir un tubo sin aire, pluma y moneda caen igual.

CAÍDA LIBRE: Movimiento de un cuerpo bajo la acción exclusiva de la **gravedad**, sin resistencia del aire.

LEY 1: Todos los cuerpos caen en el vacío con la misma aceleración, independientemente de su masa o forma.

LEY 2: El movimiento es vertical, rectilíneo y uniformemente variado (MRUV).

GRAVEDAD (g): $g \approx 9.8 \text{ m/s}^2$ (para cálculos usamos $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Fórmulas de Caída Libre

$$V_f = V_i \pm gt$$

$$V_f^2 = V_i^2 \pm 2gh$$

$$h = \left(\frac{V_i + V_f}{2} \right) t$$

$$h = V_i t \pm g \frac{t^2}{2}$$

(+) cuando el cuerpo **BAJA** (en la dirección de g)

(-) cuando el cuerpo **SUBE** (contra la dirección de g)

Cuerpo **SOLTADO** ($V_i=0$):

$$V_f = gt \quad y \quad h = (1/2)gt^2$$

Lanzamiento Vertical hacia Arriba

Tiempo de SUBIDA: $t_{\text{s}} = V_i / g$ (en la cima: $V_f = 0$)

Altura MÁXIMA: $H_{\text{max}} = V_i^2 / (2g)$

Tiempo de BAJADA: $t_{\text{b}} = t_{\text{s}}$ (la bajada es **SIMÉTRICA** a la subida)

Tiempo de VUELO: $t_{\text{v}} = 2V_i / g = 2t_{\text{s}}$

IMPORTANTE: Al pasar por el mismo nivel en la bajada, el cuerpo tiene la misma rapidez que en la subida ($V_1=V_2=V_3=V_4$ en niveles simétricos).

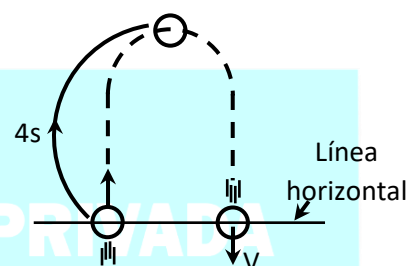
RECUERDA:

- $g = 10 \text{ m/s}^2$ (valor aproximado). La gravedad acelera los cuerpos hacia el centro de la Tierra.
- Soltado ($V_i=0$): $V_f = gt$ y $h = 1/2gt^2$.
- Lanzado arriba: $V_f=0$ en la cima; $t_{\text{s}} = V_i/g$; $H_{\text{max}} = V_i^2/(2g)$.

- Tiempo de vuelo = $2 \times$ tiempo de subida (simetría).
- Al volver al nivel de lanzamiento, la rapidez es igual a V_i (mismo módulo, sentido contrario).
- Signo en fórmulas: (+) cuando baja, (-) cuando sube.

4. En la figura hallar "V"

- a) 50 m/s
b) 20
c) 10
d) 40
e) 60



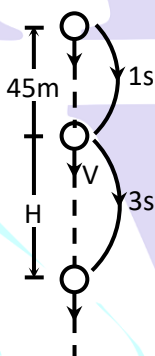
PRÁCTICA

1. Se abandona un cuerpo desde lo alto de un edificio "Trilce". Si llega al piso luego de 4 s. ¿Qué altura tiene el edificio?

- a) 80 m b) 125 c) 60
d) 120 e) 90

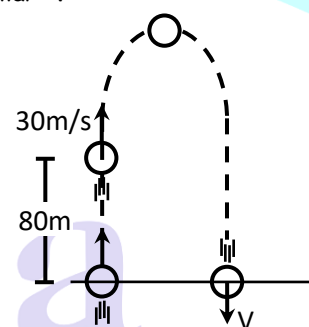
2. En la figura, hallar "V" y "H".

- a) 40 m/s y 30 m
b) 50 m/s y 195 m
c) 40 m/s y 200 m
d) 60 m/s y 300 m
e) 40 m/s y 135 m



5. En la figura hallar "V"

- a) 60 m/s
b) 90
c) 80
d) 70
e) 50

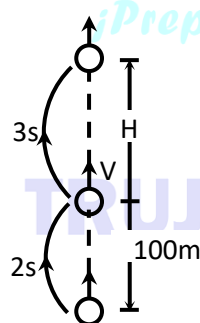


6. Un estudiante suelta una piedra en un pozo y observa que luego de 5s toca el fondo. ¿Qué profundidad tiene el pozo?

- a) 125 m b) 80 c) 50
d) 160 e) 200

3. En la figura hallar "V" y "H"

- a) 30 m/s y 125 m
b) 40 m/s y 80 m
c) 40 m/s y 80 m
d) 30 m/s y 50 m
e) 60 m/s y 20 m

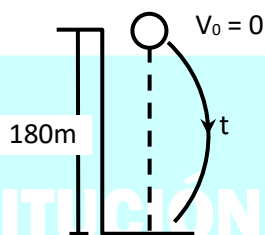


7. Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad de 70 m/s. ¿Luego de qué tiempo alcanza su altura máxima?

- a) 14 s b) 7 c) 3,5
d) 10 e) 12

8. En la figura, hallar "t"

- a. 1 s
- b. 2
- c. 6
- d. 10
- e. 4



9. Un astronauta en la Luna, lanzó un objeto verticalmente hacia arriba, con una velocidad de 8 m/s. El objeto tardó 10 s en regresar. La altura máxima fue de:

- a) 16 m
- b) 10
- c) 32
- d) 20
- e) 56

10. Un proyectil se lanza verticalmente hacia arriba y consigue una altura máxima de 40 m. Determine la nueva altura máxima si consigue triplicar su velocidad de lanzamiento.

- a) 60 m
- b) 80
- c) 160
- d) 240
- e) 360

TAREA PARA CASA

11. Se abandona un cuerpo u se observa que luego de 4 s se encuentra a 20 m del suelo. ¿De qué altura se soltó?

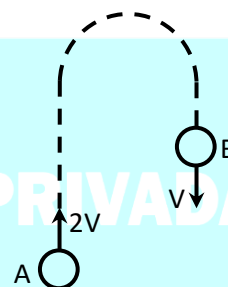
- a) 100 m
- b) 60
- c) 80
- d) 120
- e) 200

12. La altura máxima que alcanza un proyectil es 20 m. Determine la velocidad de lanzamiento.

- a) 10 m/s
- b) 20
- c) 30
- d) 25
- e) 40

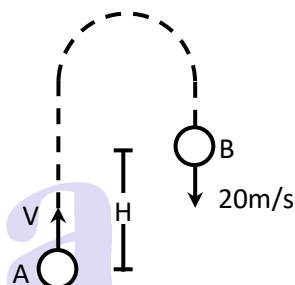
13. Si el proyectil demora 6 s en desplazarse de "A" hacia "B". Determine la velocidad en "A"

- a. 60 m/s
- b. 20
- c. 40
- d. 50
- e. 80



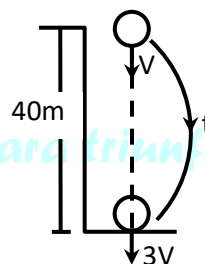
14. El tiempo de "A" hacia "B" es 6 s. Hallar "H"

- a. 80 m
- b. 40
- c. 120
- d. 60
- e. 20



15. En la figura, halle "t"

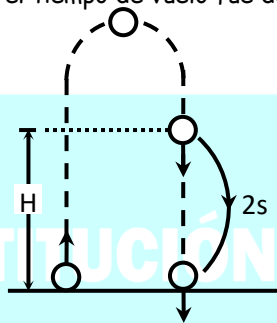
- a. 4 s
- b. 6
- c. 8
- d. 5
- e. 2



16. En la figura si el tiempo de vuelo fue de 12 s.

Halle "H"

- a. 100 m
- b. 160
- c. 200
- d. 120

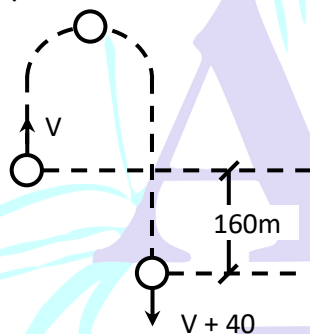


19. Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba, permaneciendo 8 s en el aire. Calcular la altura máxima que logró alcanzar.

- a) 160 m
- b) 45
- c) 80
- d) 125
- e) 30

17. En la figura hallar "V"

- a) 20 m/s
- b) 30
- c) 10
- d) 5
- e) 45

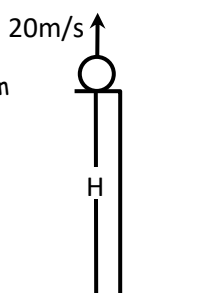


20. Desde la azotea de un edificio se lanza un cuerpo hacia abajo con una rapidez de 30 m/s. Si la altura de dicho edificio es 135 m. ¿Qué desciende en el último segundo?

- a) 80 m
- b) 40
- c) 60
- d) 55
- e) 100

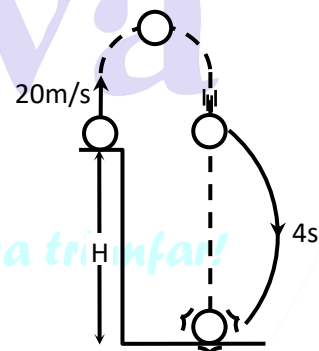
18. En la figura, si el tiempo de vuelo es 6 s, halle "H".

- a) 200 m
- b) 160
- c) 20
- d) 80
- e) 45



21. Desde lo alto de un edificio se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba. Si el tiempo de vuelo fue de 8 s. Halle la altura de dicho edificio.

- a) 80 m
- b) 45
- c) 125
- d) 180
- e) 160



TRUJILLO

SESIÓN 6

MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE II

PROPÓSITO: Resolver problemas de encuentro y alcance entre dos cuerpos en movimiento vertical.

MARCO TEÓRICO

Leyes de la Caída Libre

1.ª Ley: "Todos los cuerpos caen en el vacío con igual velocidad y con la misma aceleración"

→ En el vacío todos los cuerpos tardan **tiempos iguales** para caer de la misma altura.

2.ª Ley: "El movimiento natural de caída es vertical, rectilíneo y uniformemente variado"

Dato curioso: La gravedad lunar $\approx 1/6$ de la gravedad terrestre. Un hombre en la Tierra pesa 6 veces más que en la Luna.

Tiempo de Encuentro Vertical

Situación: Un cuerpo baja (V_1) y otro sube (V_2) desde puntos separados una altura H .

Para el 1er cuerpo (baja):

$$h_1 = V_1 t + (1/2) g t^2 \quad \dots(1)$$

Para el 2do cuerpo (sube):

$$h_2 = V_2 t - (1/2) g t^2 \quad \dots(2)$$

Condición: $h_1 + h_2 = H \rightarrow V_1 t + V_2 t = H$

Los términos con g se cancelan.

FÓRMULA: $t_E = H / (V_1 + V_2)$

Tiempo de Alcance Vertical

Situación: Dos cuerpos se mueven en el mismo sentido (ambos bajan), separados una altura H .

FÓRMULA: $t_{ALC} = H / (V_1 - V_2)$
con $V_1 > V_2$

Casos con diferencia de tiempo de salida (Δt):

Si el cuerpo 1 sale Δt segundos ANTES que el cuerpo 2:

- El cuerpo 1 tiene tiempo $(t + \Delta t)$
- El cuerpo 2 tiene tiempo t
- Se igualan las posiciones para hallar t .

Resumen de Fórmulas Verticales

Encuentro vertical (uno baja V_1 , otro sube V_2): $t_E = H / (V_1 + V_2)$

Alcance vertical (mismo sentido, $V_1 > V_2$):
 $t_{ALC} = H / (V_1 - V_2)$

Cuerpo que BAJA: $h = V t + (1/2) g t^2$

Cuerpo que SUBE: $h = V t - (1/2) g t^2$

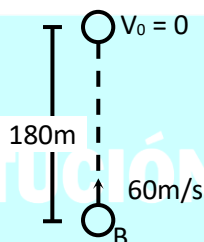
Los términos con g se cancelan en el encuentro vertical.

Para diferencia de tiempo: el primero en salir tiene tiempo $(t + \Delta t)$.

PRÁCTICA

1. En la figura. ¿Luego de qué tiempo chocarán?

- a) 3 s
- b) 6
- c) 2
- d) 5
- e) 8

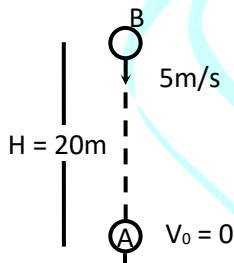


2. Del ejercicio anterior, ¿a qué distancia de B se produce el encuentro?

- a) 45 m
- b) 135
- c) 120
- d) 60
- e) 80

3. En la figura, si ambos parten simultáneamente. Halle el tiempo de alcance.

- a) 6 s
- b) 5
- c) 4
- d) 8
- e) 10



4. Del ejercicio anterior, ¿A qué distancia desde donde se lanzó B se produce el alcance?

- a) 80 m
- b) 20
- c) 60
- d) 100
- e) 40

5. En forma simultánea desde una misma altura, se suelta "A" y "B" se lanza hacia abajo con una velocidad de 20 m/s. Luego de qué tiempo estarán separados 100 m.

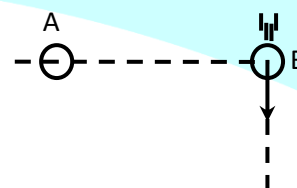
- a) 2 s
- b) 6
- c) 5
- d) 8
- e) 4

6. Del ejercicio anterior. ¿A qué distancia del punto de salida se produce el alcance?

- a) 225 m
- b) 125
- c) 325
- d) 650
- e) 250

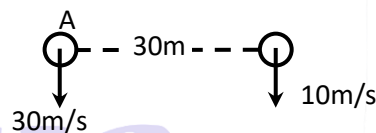
7. Si en el instante mostrado, A se deja en libertad y después de 2 s, B se lanza hacia abajo. Determine la velocidad de lanzamiento de B para que alcance al proyectil A al cabo de 2s

- a) 20 m/s
- b) 30
- c) 40
- d) 60
- e) 80



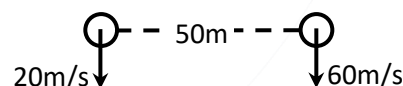
8. En la figura, luego de qué tiempo ambos móviles estarán a una distancia de 50 m si parten simultáneamente.

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



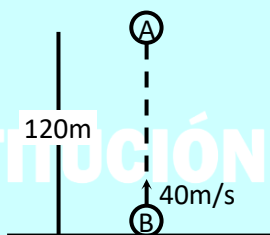
9. En la figura luego de qué tiempo estarán separados 130 m si ambos móviles parten simultáneamente.

- a) 5
- b) 4
- c) 6
- d) 3
- e) 8



10. En la figura, A se deja en libertad y B se lanza hacia arriba. Determine la velocidad de B en el momento del encuentro.

- a) 70 m/s
b) 50
c) 60
d) 30
e) 10



11. Se deja caer un cuerpo desde 500 m de altura, al mismo tiempo se lanza desde el suelo otro cuerpo hacia arriba. Si los 2 cuerpos llegan al suelo al mismo tiempo. Determine la altura máxima que alcanza el segundo cuerpo.

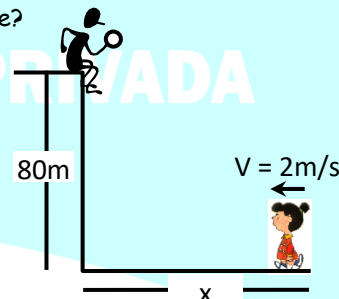
TAREA PARA CASA

1. Desde lo alto de una torre se suelta una piedra; luego de 2 s se lanza otra verticalmente hacia abajo con una velocidad de 25 m/s. Calcular el tiempo de alcance.
- a) 4 s b) 1 c) 2
d) 8 e) 5

2. De una torre alta se lanza un cuerpo hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. 2 s después se lanza un segundo cuerpo del mismo lugar con la misma rapidez hacia abajo. ¿Cuál es la separación de los 2 cuerpos después de 3 s a partir del segundo lanzamiento?
- a) 40 m b) 80 c) 60
d) 30 e) 20

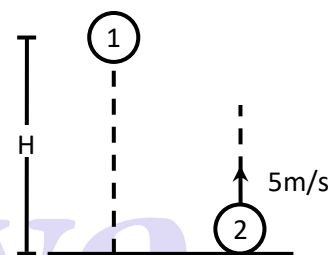
3. Estando en carnaval, Rooney observa que una niña se acerca al edificio con una velocidad de 2 m/s (constante). ¿Cuál debe ser la distancia "x" de la niña al edificio para que Rooney suelte el globo y la moje?

- a) 6 m
b) 10
c) 8
d) 12
e) 15



4. En el instante que la esfera (1) parte del reposo, la esfera (2) es lanzada con una velocidad de 5 m/s. Calcular "H", de modo que lleguen simultáneamente con la esfera (2) al piso.

- a) 10 m
b) 4
c) 6
d) 5
e) 8



SESIÓN 7

MOVIMIENTO PARABÓLICO DE CAÍDA LIBRE (M.P.C.L.)

PROPÓSITO: Reconocer el MPCL como la composición de un MRU horizontal y un MVCL vertical. Aplicar el teorema de Pitágoras para hallar la rapidez resultante y las ecuaciones de la caída libre para calcular altura máxima, tiempo de vuelo y alcance horizontal.

MARCO TEÓRICO

Concepto y trayectoria

Movimiento Parabólico de Caída Libre: es el movimiento que describe un proyectil lanzado con una velocidad inicial que forma un ángulo con la horizontal, bajo la sola acción de la gravedad.

La curva que describe el proyectil, llamada su trayectoria, siempre es una parábola, siempre que el intervalo de movimiento sea pequeño comparado con el radio de la Tierra ($6,4 \times 10^6$ m).

Nota: si se considera un alcance muy largo, la trayectoria es un arco de elipse; y si se considera la resistencia del aire, la trayectoria deja de ser parabólica y el alcance disminuye.

Análisis por ejes

Eje X (horizontal): no existe aceleración, por lo que V_{0x} se mantiene constante. El móvil desarrolla un MRU.

Eje Y (vertical): la velocidad V_y cambia uniformemente debido a la aceleración de la gravedad (g). El móvil desarrolla un MVCL.

Velocidad resultante

Aunque el análisis se hace de forma independiente en cada eje, ambos ocurren simultáneamente: los intervalos de tiempo son iguales en ambas direcciones.

Como V_x y V_y son perpendiculares, la rapidez resultante se halla con el teorema de Pitágoras: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

Ecuaciones del movimiento

Movimiento horizontal:

$$d_x = V_x \cdot t$$

Movimiento vertical:

$$V_f = V_{0y} \pm gt$$

$$V_f^2 = V_0^2 \pm 2gH$$

$$H = V_{0y}t \pm \frac{1}{2}gt^2$$

$$H = [(V_{0y} + V_{fy}) / 2] \cdot t$$

Alcance horizontal máximo

Para una rapidez fija de lanzamiento, el alcance horizontal es máximo cuando el ángulo de lanzamiento es de $\theta = 45^\circ$

Al disparar un proyectil dos veces con la misma rapidez, con ángulos de elevación complementarios, se logra igual alcance horizontal: $\alpha + \beta = 90^\circ$

Relación entre la altura h y los tramos a , b del alcance: $\tan \theta / h = 1/a + 1/b$

PRÁCTICA

1. Del gráfico determine :

- La máxima altura alcanzada
- El tiempo que demora para lograr esa altura.

$V = 100 \text{ m/s}$



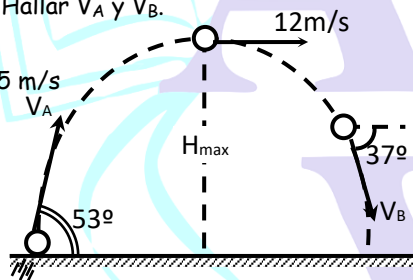
- a) 120 m ; 12 s b) 125 ; 10 c) 320 ; 8
d) 250 ; 7 e) 300 ; 10

4. De un movimiento parabólico se sabe que el tiempo de vuelo es de 6 s. ¿Cuál es la máxima altura que logrará? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 30 m b) 50 c) 40
d) 36 e) 45

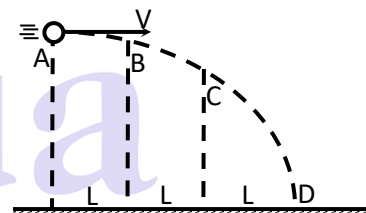
2. Se da el gráfico del movimiento parabólico de un proyectil. Hallar V_A y V_B .

- a) 20 m/s ; 15 m/s
b) 12 ; 16
c) 16 ; 10
d) 10 ; 10
e) 10 ; 20



5. Si la bolita para trasladarse de "B" a "C" demora 3 s. ¿Qué tiempo demora para trasladarse de "A" a "D"?

- a) 6 s
b) 12
c) 3
d) 15
e) 9



3. Una bomba es soltada desde un avión que se mueve con $V = 50 \text{ m/s}$, si el avión está a una altura de 2000 m. ¿Qué tiempo demora la bomba en estallar contra el piso y además qué distancia horizontal recorrió? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 15 s ; 1000 m b) 15 ; 500 c) 15 ; 200
d) 20 ; 200 e) 20 ; 1000

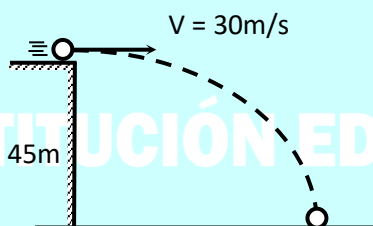
6. Determinése con qué ángulo de elevación debe dispararse un proyectil para que su alcance sea el triple de su altura máxima.

- a) 37° b) 53° c) 30°
d) 16° e) 60°

TRUJILLO

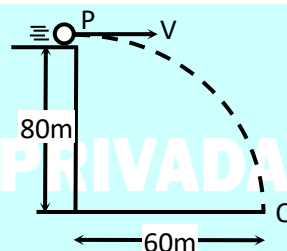
7. Del gráfico mostrado, halle la velocidad con que el cuerpo llega a impactar con el piso. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 30 m/s
b) $40\sqrt{2}$
c) 40
d) $50\sqrt{2}$
e) $30\sqrt{2}$



10. Una piedra se lanza horizontalmente desde "P" de modo que llegue a "Q" con movimiento semiparabólico. Hallar la velocidad en "P".

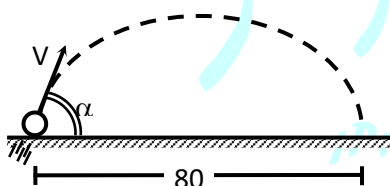
- a) 15 m/s
b) 30
c) 20
d) 25
e) 35



8. Determinar la tangente del ángulo de lanzamiento de un proyectil para que la altura máxima sea $\frac{3}{8}$ del alcance horizontal.
- a) $\frac{3}{2}$ b) $\frac{1}{2}$ c) $\frac{1}{4}$
d) $\frac{1}{8}$ e) $\frac{2}{3}$

9. Un proyectil permanece 8 segundos en el aire. Hallar la velocidad del proyectil cuando este está en su punto más alto.

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



TAREA PARA CASA

11. Una piedra realiza un movimiento parabólico de modo que su alcance horizontal es de "L" metros. Si la velocidad de disparo fue de 50 m/s y el ángulo de disparo $\alpha = 45^\circ$. Hallar "L".

- a) 150 m b) 200 c) 250
d) 300 e) 350

1. Un avión vuela horizontalmente a una altura de 1960 m sobre el suelo, con una velocidad de 180 km/h y deja caer una bomba sobre un blanco situado en tierra. ¿Cuántos metros antes del blanco debe dejar caer la bomba?

- a) 1000 m b) 500 c) 2000
d) 600 e) 800

TRUJILLO

2. Un cuerpo es lanzado horizontalmente desde la parte superior de un acantilado de 500 m de altura, con una velocidad de 5 m/s. ¿Qué espacio horizontal recorrió el cuerpo hasta el instante que choca con el agua? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
5. Un avión vuela horizontalmente a 1000 m de altura con velocidad constante de 50 m/s y deja caer una bomba. Hallar la velocidad con que la bomba llega a tierra. El tiempo que tarda en caer.

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

3. Una piedra es soltada desde un avión que se mueve a una velocidad de 50 m/s. Si el avión está a una altura de 2000 m. Hallar el tiempo que demora la bomba en llegar al suelo.

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

4. Del problema anterior. ¿Qué distancia horizontal recorrió? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

a) 500 m b) 1000 c) 1500
d) 2000 e) N.A.

¡Preparando para triunfar!

TRUJILLO