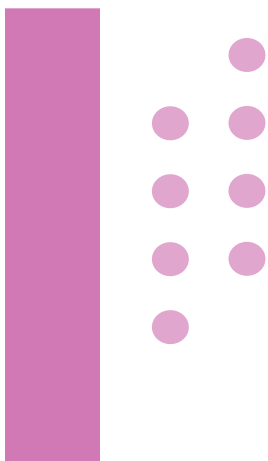




GUÍA BÁSICA DEL ENTRENADOR DEPORTIVO



CARTILLA 1. CIENCIAS BÁSICAS



Guía básica del entrenador deportivo

Celis Moreno, Jorge Mauricio

Cartilla 1. Ciencias Básicas / Jorge Mauricio Celis Moreno [y otros tres autores]; editores académicos Antonio Arias Chaparro y Jeansy Alonso Rodríguez Buitrago. Bogotá: Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines – COLEF y Colegio Colombiano de Entrenamiento Deportivo – COCED, 2025

65 páginas; imágenes, tablas y figuras

Incluye referencias bibliográficas e índice analítico y de autores

ISBN: 978-628-96771-6-4

E-ISBN: 978-628-96771-7-1

Entidades



Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines - COLEF

Bogotá - Colombia

Dirección: Calle 142 # 13 - 83 Oficina 203 Bogotá Colombia

Teléfono: (+57) 310 470 3809

Correo electrónico COLEF: contacto@colefcolombia.co

Colegio Colombiano de Entrenamiento Deportivo - COCED

Bogotá - Colombia

Dirección: Calle 222 #55-37

Teléfono: (+57)3176469515

Correo electrónico COCED: presidencia@coced.co

Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines - COLEF

Astolfo Romero García

Presidente

Mauricio Ladio Velásquez

Director Nacional Certificación de Idoneidad

Colegio Colombiano de Entrenamiento Deportivo - COCED

Néstor Ordoñez Saavedra

Presidente

Julie Hortencia Gómez Solano

Directora Ejecutiva

Cuidado editorial

Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines - COLEF

Antonio Arias Chaparro

Colegio Colombiano de Entrenamiento Deportivo - COCED

Jeansy Alonso Rodríguez Buitrago

Corrección de estilo: Gaviota Marina Conde Rivera

Diagramación y montaje de cubierta: Gaviota Marina Conde Rivera y Alonso Camilo León Montaña

Diseño de carátula: Gaviota Marina Conde Rivera y Alonso Camilo León Montaña

Hecho el depósito que establece la ley

Isbn: 978-628-96771-6-4

e-isbn: 978-628-96771-7-1

Primera edición, febrero de 2025

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización expresa del titular de los derechos.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

PREFACIO

El entrenamiento deportivo es un proceso pedagógico, que orienta de manera planificada una serie de contenidos, medios y métodos, para optimizar la condición física del deportista y sus habilidades motrices.

La Ley 2210 del 23 de mayo de 2022, establece que los entrenadores que no posean un título de educación superior disciplinar, afín al entrenamiento deportivo, deberán demostrar ante el Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines - COLEF, su idoneidad mediante el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a. Ser mayor de 18 años.
- b. Acreditar experiencia laboral como entrenador deportivo, no inferior a 12 meses.
- c. Aprobar la evaluación de idoneidad en una de las categorías de los ámbitos de desempeño del entrenador.

En este contexto, el COLEF y el COCED presentan la Guía básica del entrenador deportivo, Ley 2210 de 2022, como un documento fundamental para la preparación a la evaluación de idoneidad de los entrenadores deportivos, la cual se encuentra constituida por cuatro Cartillas: 1. Ciencias Básicas, 2. Pedagogía y Didáctica del Deporte, 3. Ciencias Aplicadas y 4. Entrenamiento Deportivo. En esta Guía se abordan los conceptos, principios y metodologías generales que todo entrenador debe conocer de forma independiente al grupo poblacional, nivel y ámbito de desempeño deportivo.

La Guía es un recurso que abarca, en la Cartilla 1. Ciencias Básicas, fundamentos de la biología y estadística descriptiva. La Cartilla 2. Pedagogía y Didáctica del Deporte, se abordan conceptos clave para la enseñanza aprendizaje de las estructuras deportivas. La Cartilla 3. Ciencias Aplicadas, desarrolla los elementos de: morfología, fisiología, biomecánica, nutrición, psicología del deporte, prevención y control al dopaje. Por último, la Cartilla 4. Entrenamiento Deportivo, incluye lo referente al proceso de planificación, programación y periodización del entrenamiento deportivo.

Este recurso, es ideal para comprender de manera clara y sencilla los aspectos que sustentan el proceso del entrenamiento deportivo, facilitando su óptima aplicación en diferentes contextos en los que se desempeñan los entrenadores que presentan la evaluación de idoneidad del entrenador deportivo.



**Colegio Colombiano de
Educadores Físicos y Profesiones**

Afines – COLEF



**Colegio Colombiano de
Entrenamiento Deportivo**

COCED



Cartilla 1. Ciencias Básicas

Jorge Mauricio Celis Moreno¹

Coautores

Luis Enrique Jimenez Garzón²

Nelsy Lorena Fonseca Torres³

Fabian Lancheros Rodríguez⁴

¹ Profesional en Cultura Física Deporte y Recreación - USTA. Magíster en Entrenamiento Deportivo para Niños y Jóvenes. Doctorando en Ciencias del Deporte con énfasis en Entrenamiento Deportivo U. Coímbra, Portugal. Grupo de investigación GICAEDS, Universidad Santo Tomás, Colombia.

² Licenciado en Educación Física de la Universidad de Cundinamarca, Especialista en Pedagogía del Entrenamiento Deportivo de la Universidad Pedagógica Nacional, Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia, Magíster en Educación de la Universidad Santo Tomás, Doctor en Tecnologías Educativas del Centro Universitario Mar de Cortés; Docente de la Universidad Santo Tomás y de la Secretaría de Educación del Distrito, Colombia.

³ Licenciada en Educación Física; Especialista en Pedagogía del Entrenamiento Deportivo-UPN; Especialista en Bio-metodología del Entrenamiento Deportivo- UDCA, Magíster en Actividad Física para la Salud-USTA; Máster en Prevención de Riesgos Laborales- IMF- U. Camilo José Cela España. Docente Universitaria; Coordinadora de Actividad Física, Deporte y Recreación- Ministerio de Transporte, Colombia.

⁴ Profesional en Cultura Física y Deporte, Universidad INCCA de Colombia; Especialista Enseñanza Del Fútbol, Leipzig – Alemania; Magister en Actividad Física, Universidad de Puerto Rico. Gestor y metodólogo en la etapa de iniciación y formación deportiva; Docente Universitario. Metodólogo Director Deportivo - Bogotá.

Tabla de contenido

Introducción	4
Tema 1. Biología	5
Subtema 1.1 Función celular	5
1.1.1 Clasificación célula eucariota y procariota	6
1.1.2 Clasificación célula animal y célula vegetal.....	6
Subtema 1.2 Morfología del deporte.....	10
1.2.1 Terminología anatómica	10
1.2.2 Tejidos, órganos y sistemas.....	14
Tejidos	14
Órganos	22
Sistemas	24
Subtema 1.3 Macronutrientes y micronutrientes.....	25
1.3.1 Macronutrientes.....	25
1.3.2 Micronutrientes	29
Subtema 1.4 Sistema aeróbico y anaeróbico	32
1.4.1 El sistema aeróbico	32
Características generales	32
Fases Principales.....	33
Producción de Energía	33
Velocidad y Capacidad	33
Importancia biológica.....	33
1.4.2 Sistema anaeróbico.....	34
Anaeróbico aláctico (sistema fosfágeno).....	34
Anaeróbico láctico (glucólisis anaeróbica).....	34
Ventajas del sistema anaeróbico	35
Desventajas del sistema anaerobio	35
Relación con el entrenamiento	35
Subtema 1.5 Biomarcadores sanguíneos.....	37
1.5.1 Clasificación de los biomarcadores en el deporte.....	37
1.5.2 Consideraciones	38
Tema 1. Conceptos clave: Biología	40
Tema 2. Afianzando el aprendizaje: Biología.....	41
Tema 2. Estadística	44
Subtema 2.1 Medidas de tendencia central.....	44

2.1.1 Media.....	44
Ventajas del cálculo de la media	45
Desventajas del cálculo de la media	45
2.1.2 Mediana	45
En caso de ser impar	45
En caso de ser par	46
Ventajas del cálculo de la mediana	47
2.1.3 Moda.....	47
Ventajas del cálculo de la moda	47
Desventajas del cálculo de la moda	47
Subtema 2.2 Medidas de dispersión.....	48
2.2.1 Rango.....	48
Ventajas del cálculo del rango	48
Desventajas del cálculo del rango	48
2.2.2 Varianza.....	48
Ventajas de calcular la varianza	49
Desventajas de calcular la varianza.....	49
2.2.3 Desviación estándar	49
Ventajas de calcular la desviación estándar	50
Desventajas de calcular la desviación estándar	50
Subtema 2.3 Validez, fiabilidad y objetividad	50
2.3.1. Validez	50
Tipos de validez.....	51
2.3.2 Fiabilidad	51
Tipos de fiabilidad.....	51
2.3.3 Objetividad.....	52
2.3.4 Relación entre validez, fiabilidad y objetividad	52
Subtema 2.4 Porcentajes	52
2.4.1 Calcular un porcentaje de un número.....	53
2.4.2 Calcular el valor que representa un porcentaje.....	53
2.4.3 Calcular el porcentaje de cambio	53
2.4.4 Importancia del cálculo de porcentajes.....	53
Tema 2. Conceptos clave: Estadística	54
Tema 2. Afianzando el aprendizaje: Estadística.....	54
Referencias.....	56

Índice de figuras

Figura 1. Componentes de la célula animal y la célula vegetal	7
Figura 2. Posición anatómica y planos del cuerpo humano	12
Figura 3. Principales partes de un hueso	16

Índice de Tablas

Tabla 1. Comparación de componentes de la célula animal y vegetal	8
Tabla 2. Estructura de las articulaciones.....	17
Tabla 3. Tipos de articulaciones, clasificación, ejemplo y características	18
Tabla 4. Función del tejido articular	19
Tabla 5. Clasificación del tipo de tejido muscular, localización, características y función principal	21
Tabla 6. Principales órganos humanos y su función	23
Tabla 7. Sistemas del cuerpo humano	24
Tabla 8. Tipo de proteínas y funciones principales	27
Tabla 9. Principales vitaminas, fuentes alimenticias y función.....	30
Tabla 10. Principales minerales, fuentes alimenticias y función principal	31
Tabla 11. Comparativa entre sistemas aeróbico y anaeróbico	36
Tabla 12. Valores normales de los principales biomarcadores sanguíneos.....	39

INTRODUCCIÓN

Esta Cartilla cuenta con información de las ciencias básicas enfatizando en la biología y la estadística, aportando bases y fundamentos a los entrenadores deportivos que se postulan al proceso de certificación de idoneidad del que trata la Ley 2210 de 2022, el cual se encuentra bajo la responsabilidad del Colegio Colombiano de Educadores Físicos y Profesiones Afines COLEF. En este contexto, se presenta el desarrollo de los siguientes temas: Tema 1, aborda la biología desde la función celular hasta llegar a los biomarcadores sanguíneos, pasando por los conceptos y el desarrollo temático de los nutrientes que necesita el cuerpo para las actividades físico deportivas, el aprendizaje de terminologías anatómicas, tejidos y sistemas del cuerpo humano. El Tema 2, desarrolla información sobre matemática y estadística descriptiva (básica), aplicada al entrenamiento deportivo, como son los cálculos de porcentajes, unidades de tendencia central/dispersión y tratamiento de las pruebas de validez fiabilidad y objetividad. La estadística es fundamental en la actividad física y el deporte, porque permite analizar datos relacionados con el mejoramiento de la condición física y el rendimiento deportivo, para planificar sesiones de entrenamiento efectivas y tomar decisiones basadas en evidencia sustentada en el análisis numérico.

El texto cuenta con una línea de aprendizaje de diferentes apartados que permiten la lectura y retención de contenidos específicos y cada temática tratada cuenta con conceptos y actividades de cierre por tema para practicar los nuevos conocimientos adquiridos a lo largo del documento.

TEMA 1. Biología



La biología es esencial en las ciencias básicas porque permite comprender los principios fundamentales que rigen la vida, desde el nivel molecular hasta los ecosistemas (Geneser y Brüel, 2015). Su importancia radica en que proporciona el conocimiento necesario para interpretar fenómenos naturales, explicar procesos biológicos y abordar problemas complejos relacionados

con la salud, y el cuerpo humano desde sus funciones celulares (Murialdo, 2019).

Por otra parte, la biología aplicada a las ciencias del deporte es fundamental porque proporciona una comprensión profunda de los procesos biológicos que subyacen al rendimiento físico, la salud y la recuperación (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022). Esta disciplina permite analizar cómo está compuesto el cuerpo humano, ya que es la base de la anatomía; además explica cómo responde y se adapta al ejercicio físico, desde el funcionamiento muscular y otros tejidos, porque también es la base de la fisiología del ejercicio. Finalmente la biología aplicada ayuda a desarrollar estrategias basadas en evidencia para optimizar el entrenamiento, prevenir lesiones y promover el bienestar general, integrando conocimientos sobre genética, morfología y nutrición para mejorar tanto el rendimiento deportivo como la calidad de vida (Semenova et al., 2023).

Subtema 1.1 Función celular

La célula es la estructura viva más pequeña, también conocida como la unidad funcional de todos los organismos vivos. Una célula puede ser comprendida como una pequeña burbuja. Su parte exterior es la membrana celular, que actúa como una barrera, controlando lo que entra y sale de ella. Dentro de esta burbuja, encontramos el citoplasma, que es un gel que contiene todos los orgánulos que son las partes internas de la célula. El descubrimiento de la célula fue un avance importante para el estudio moderno de las ciencias básicas, como la biología del deporte (Ross y Pawlina, 2013), llegando a identificar por ejemplo, el aporte de las mitocondrias en el rendimiento de deportes de resistencia o en la realización de aquellas actividades físicas de larga duración.

1.1.1 Clasificación célula eucariota y procariota

La clasificación de las células en eucariotas y procariotas se basa en diferencias fundamentales en su estructura y organización, que reflejan su evolución a lo largo del tiempo. Estas diferencias ayudan a los científicos a entender la diversidad de la vida, los mecanismos celulares y cómo se relacionan los organismos en el árbol de la vida. (Murialdo, 2019)

- **Células eucariotas:** básicamente las células animales, entre ellas las células de los seres humanos, tienen un núcleo definido donde se encuentra todo el material genético. Estas células eucariotas pueden ser animales y vegetales (Tortora y Derrickson, 2014).
- **Células procariotas:** son organismos unicelulares, el material genético está disperso en el citoplasma y cuentan con un nucleóide. Los organismos con células procariotas son las bacterias, arqueas, protozoos y algunos hongos y algas (Geneser y Brüel, 2015).

1.1.2 Clasificación célula animal y célula vegetal

Las células animales son capaces de construir diferentes tejidos dentro de los organismos vivos animales, ya que estos son pluricelulares, lo que quiere decir que sus células poseen una especialización elevada. Por su parte, la célula vegetal se encuentra en las plantas, su función y estructura son similares a las de la célula animal (Geneser y Brüel, 2015). En la figura 1 están representados los componentes de las células animales y vegetales.

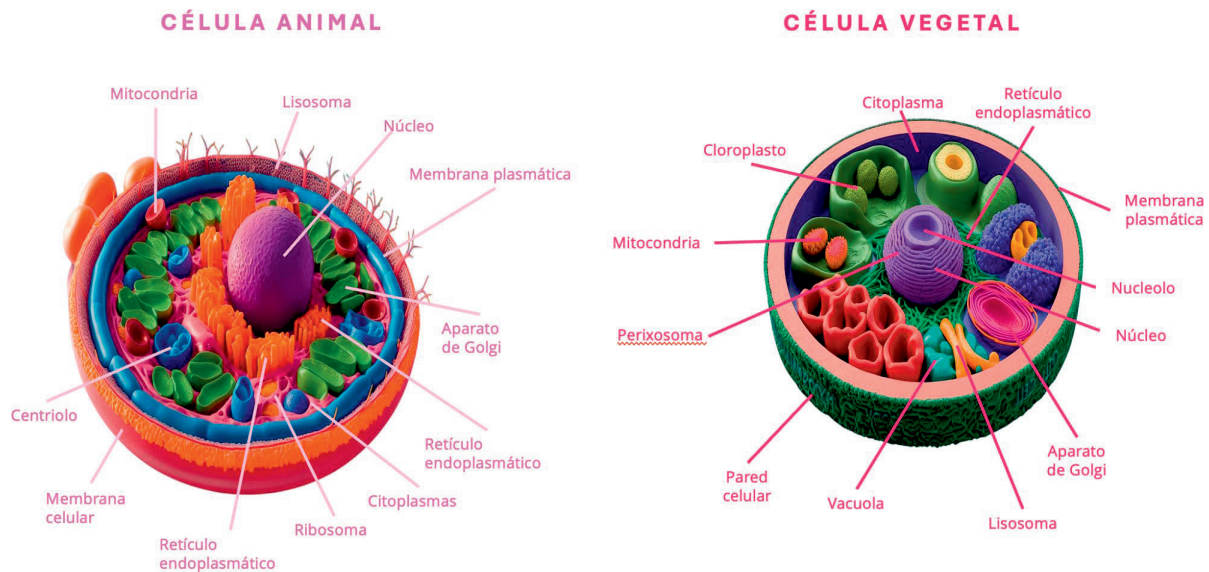
Se debe resaltar que las células animales pueden tener nombres diferentes según el tejido al que pertenecen, por ejemplo la célula muscular, (sarcómero), la célula adiposa (adipocito), la célula pulmonar (alvéolo) y un ejemplo de las células óseas (osteoblastos) (Ross y Pawlina, 2013).

Las células eucariotas, tanto animal como vegetal tienen en común su estructura básica conformada por núcleo, citoplasma y membrana plasmática. (Geneser y Brüel, 2015).

- **El núcleo:** es donde se contiene todo el material genético ADN que a su vez depende de cromosomas organizados. Es comúnmente denominado "el centro de control de la célula" y cumple con funciones especiales como la reproducción (Forero y Chand, 2023).
- **Citoplasma:** Es una estructura gelatinosa que soporta los diferentes orgánulos y donde ocurren las reacciones químicas intracelulares.

- **Membrana plasmática:** está formada por macromoléculas de lípidos y proteínas, recubre la célula permitiendo entrada de sustancias y salida de desechos. Limitando y diferenciando a la célula entre otras células.

Figura 1. Componentes de la célula animal y la célula vegetal



Fuente: Ajustado de Ross y Pawlina, 2013

Los orgánulos son componentes que trabajan en conjunto para mantener la célula funcionando correctamente (Ross y Pawlina, 2013). Los orgánulos más importantes son:

- **Mitocondrias:** Conocidas como las "centrales energéticas" de la célula, producen energía ATP a través de la respiración celular.
- **Ribosomas:** Son los encargados de fabricar proteínas.
- **Retículo endoplásmico:** Puede ser rugoso (con ribosomas) o liso (sin ribosomas) y está involucrado en la síntesis de proteínas y lípidos.
- **Aparato de Golgi:** Se encarga de modificar, clasificar y empaquetar proteínas y lípidos para su distribución.
- **Lisosomas:** Actúan como los "recicladores" de la célula, descomponiendo desechos y materiales no deseados.

A continuación se encuentra una lista de los principales componentes de las células vegetales (Ross y Pawlina, 2013). En la Tabla 1 se presenta una comparación de componentes/orgánulos que conforman la célula animal y vegetal.

- Centríolos: Las células animales tienen centriolos, que son importantes para la división celular. Las células vegetales generalmente no tienen centriolos.
- Una célula vegetal es una unidad básica de vida que se encuentra en las plantas. A diferencia de las células animales, las células vegetales tienen algunas características únicas. Sus componentes principales son:
 - Pared celular: Las células vegetales tienen una pared celular rígida hecha de celulosa, que les da forma y soporte. Las células animales, en cambio, no tienen pared celular; solo tienen una membrana plasmática flexible.
 - Cloroplastos: Las células vegetales contienen cloroplastos, que son los orgánulos responsables de la fotosíntesis, permitiendo a las plantas convertir la luz solar en energía. Contienen clorofila, que les da su color verde, además las células animales no tienen cloroplastos porque no realizan fotosíntesis.
 - Vacuolas: Las células vegetales suelen tener una gran vacuola central que almacena agua, nutrientes y desechos, y ayudan a mantener la presión interna de la célula. Las células animales pueden tener vacuolas, pero son mucho más pequeñas y menos prominentes.
 - Forma: Las células vegetales tienden a tener una forma más regular y rectangular debido a la pared celular, mientras que las células animales suelen ser más variadas en forma y más redondeadas.

Tabla 1. Comparación de componentes de la célula animal y vegetal

Orgánulo	Célula Animal	Célula Vegetal
Pared celular	No	Si
Vacuola central	No	Si
Cloroplastos	No	Si
Centríolos	Si	No
Lisosomas	Si	No
Cilios y Flagelos	Si	No
Ribosomas	Si	Si
Mitocondrias	Si	Si
Membrana plasmática	Si	Si

Fuente: Adaptado de Tortora y Derrickson, 2014

La división celular asegura la continuidad de la vida y la diversidad genética en los organismos. Por tanto, la división celular es el proceso mediante el cuál una célula se reproduce, dando lugar a nuevas células. Este proceso es fundamental para el crecimiento, la reparación de tejidos y la reproducción (Ross y Pawlina, 2013; Forero y Chand, 2023). Hay dos tipos principales de división celular (Miyazaki y Orr-Weaver, 1994):

- **La Mitosis**, que es el proceso de división celular que produce dos células hijas genéticamente idénticas a la célula madre, en las etapas de la mitosis:
 - Profase: Los cromosomas se condensan y se forma el huso mitótico.
 - Metafase: Los cromosomas se alinean en el ecuador de la célula.
 - Anafase: Las cromátidas hermanas se separan hacia los polos opuestos.
 - Telofase: Los núcleos se reorganizan y los cromosomas se descondensan.
 - Citocinesis: Se divide el citoplasma, formando dos células hijas.
- La **Meiosis**, es el proceso que produce células sexuales (gametos) con la mitad del número de cromosomas (haploides).
 - Etapas (dos divisiones consecutivas):
 - Meiosis I: Se separan los cromosomas homólogos.
 - Meiosis II: Se separan las cromátidas hermanas, similar a la mitosis.
 - Resultado: Cuatro células haploides genéticamente diferentes

La división celular es un campo de estudio que analiza cómo los factores genéticos influyen en el rendimiento físico, la predisposición a lesiones y la adaptación al entrenamiento (Semenova et al., 2023; Fox, 2014; Miyazaki y Orr-Weaver, 1994). Los

principales aspectos incluyen:

- Variación Genética y Rendimiento Deportivo (Semenova et al., 2023; Cock y Sánchez, 2018):
 - Los genes influyen en capacidades como la fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad.
- Adaptación al Entrenamiento (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022):
 - Las respuestas al entrenamiento varían entre individuos debido a diferencias genéticas. Esto incluye la ganancia muscular, la mejora cardiovascular y la tolerancia al ejercicio físico.

- Genética y Recuperación (Forero y Chand, 2023):
 - Factores genéticos también influyen en la capacidad de recuperación muscular, niveles de inflamación y tiempo de restablecimiento tras lesiones.

NOTA. Para reforzar el tema de división celular ver el siguiente video:

- Lamitosis y meiosis: <https://www.youtube.com/watch?v=0me8gOydg64>

La célula, como unidad fundamental de la vida, juega un papel esencial en la práctica de las actividades físico deportivas, al ser la base de todos los procesos biológicos que sustentan el movimiento humano. Las células musculares, nerviosas y sanguíneas, entre otras, trabajan en conjunto para generar energía, transmitir señales y mantener el equilibrio homeostático necesario para el rendimiento deportivo (Semenova et al., 2023).

A través de procesos como la respiración celular, el metabolismo energético y la regeneración tisular, las células permiten al cuerpo adaptarse y recuperarse de la actividad física. Además, la investigación en biología celular ha impulsado avances en la optimización del rendimiento deportivo mostrando la importancia de comprender la célula en el contexto del deporte (Forero y Chand, 2023; Semenova et al., 2023). En conclusión, el deporte no solo depende de habilidades físicas, sino también de la eficiencia de nuestras células, destacando la conexión intrínseca entre biología y el deporte (Willmer, 2015).

Subtema 1.2 Morfología del deporte

La morfología en el deporte, es una disciplina que estudia las características estructurales y funcionales del cuerpo humano en relación con el rendimiento físico y las exigencias específicas de diferentes actividades deportivas (Latarjet y Liard, 2004). Esta área de conocimiento examina aspectos como la composición corporal, la proporción de los segmentos corporales, el somatotipo (tipo de cuerpo) y cómo estas variables influyen en la capacidad de realizar ciertos deportes de manera efectiva (Guyton y Hall, 2021).

1.2.1 Terminología anatómica

La terminología anatómica es crucial en las ciencias del deporte, porque establece un lenguaje común y preciso para describir la estructura y función del cuerpo humano (Tortora y Derrickson, 2014). Esto es especialmente importante en contextos como la evaluación física, el diseño de programas de entrenamiento y de rehabilitación de lesiones, entre otros, en donde la claridad y exactitud de los términos, es esencial para un correcto abordaje e interpretación de los mismos. Al comprender y utilizar esta terminología, los entrenadores pueden comunicarse de manera efectiva, interpretar investigaciones

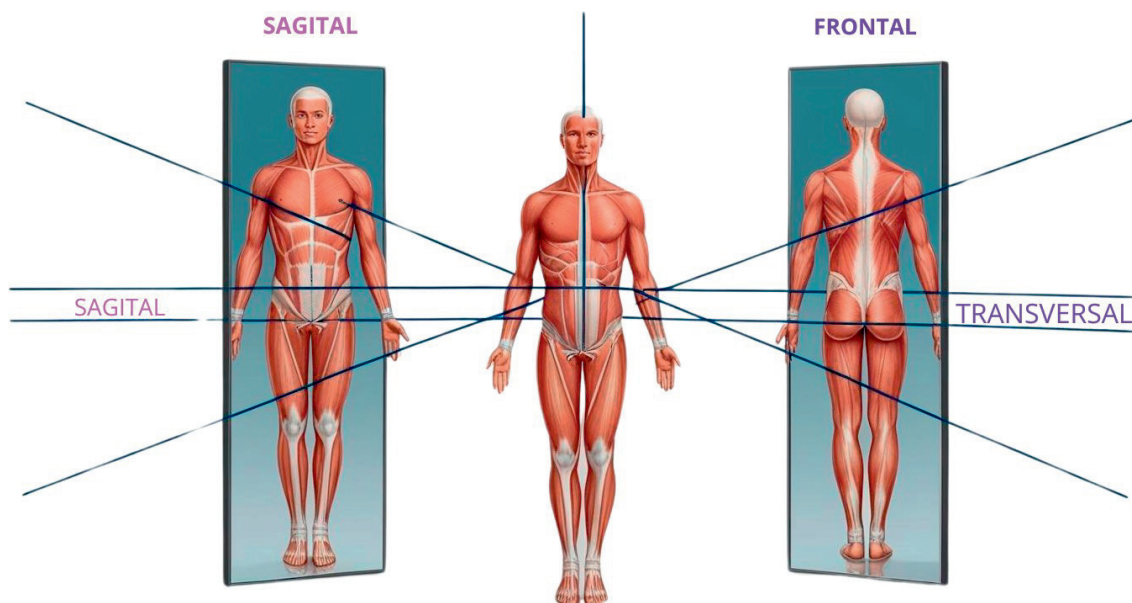
científicas con precisión y aplicar conocimientos anatómicos para mejorar el rendimiento, prevenir lesiones y garantizar un enfoque seguro y eficiente en la práctica deportiva (Latarjet y Liard, 2004) . Por tanto, los objetivos de la terminología anatómica son:

- **Claridad y precisión:** Proporcionar un lenguaje común para describir las estructuras del cuerpo y sus relaciones.
- **Universalidad:** Ser entendida a nivel global, independientemente del idioma, a través del uso de términos latinos y griegos.
- **Organización:** Facilitar el estudio y la enseñanza de la anatomía al ofrecer una clasificación ordenada de los órganos, tejidos y sistemas.

A su vez, los principales componentes de la terminología anatómica (Guyton y Hall, 2021) se comprenden como:

- **Posición Anatómica de Referencia:** La posición estándar del cuerpo desde la cual se describen todas las demás posiciones y movimientos. En la posición anatómica, la persona está de pie, con los pies paralelos, las piernas ligeramente separadas, los brazos a los lados del cuerpo, las palmas hacia adelante y la cabeza mirando hacia adelante (ver Figura 2).
- **Planos del Cuerpo:** Los planos son líneas imaginarias que dividen el cuerpo en secciones. Los tres planos principales son:
 - Plano sagital: Divide el cuerpo en dos mitades, izquierda y derecha.
 - Plano coronal o frontal: Divide el cuerpo en partes anterior (delante) y posterior (detrás).
 - Plano transversal o horizontal: Divide el cuerpo en partes superior (arriba) e inferior (abajo). (ver Figura 2)

Figura 2. Posición anatómica y planos del cuerpo humano



Fuente: Ajustado de Tortora y Derrickson, 2014

La terminología anatómica es esencial para el estudio y comprensión del cuerpo humano, debido a que proporciona un lenguaje preciso y estandarizado para describir las estructuras y funciones del cuerpo. Esta terminología permite la correcta comunicación entre profesionales del deporte, la salud, y la educación, además de científicos e investigadores, asegurando que todos puedan entenderse y trabajar eficazmente en el ámbito de la anatomía y la medicina (Tortora y Derrickson, 2014; Latarjet y Liard, 2004).

NOTA: Para reforzar el tema de planos y ejes ver el siguiente video:

- Posición anatómica: <https://www.youtube.com/watch?v=dZp4dolhuiE>
- **Términos de Posición y Dirección:** Se utilizan para describir la ubicación relativa de las estructuras en el cuerpo (Latarjet y Liard, 2004). Algunos de los términos más comunes incluyen:
 - Superior (o craneal): Hacia la cabeza o arriba.
 - Inferior (o caudal): Hacia los pies o abajo.
 - Anterior (o ventral): Hacia el frente del cuerpo.

- Posterior (o dorsal): Hacia la parte posterior del cuerpo.
- Medial: Hacia la línea media del cuerpo.
- Lateral: Alejado de la línea media del cuerpo.
- Proximal: Más cercano al punto de origen o al tronco del cuerpo.
- Distal: Más alejado del punto de origen o del tronco.
- **Términos de Movimiento:** Se refieren a los desplazamientos de las partes del cuerpo en relación con otras (Tortora y Derrickson, 2014). Algunos ejemplos incluyen:
 - Flexión: Disminución del ángulo entre dos partes del cuerpo (por ejemplo, doblar el codo).
 - Extensión: Aumento del ángulo entre dos partes del cuerpo (por ejemplo, estirar el brazo).
 - Rotación: Giro de una parte del cuerpo sobre su eje (como rotar la cabeza).
 - Abducción: Movimiento de una parte del cuerpo alejándose de la línea media (como levantar un brazo hacia los lados).
 - Aducción: Movimiento de una parte del cuerpo acercándose a la línea media.
- **Nombres de las Estructuras Corporales:** Los términos anatómicos también incluyen el nombre de los diferentes órganos, huesos, músculos, vasos sanguíneos, etc. Algunos ejemplos comunes (Fox, 2014):
 - Huesos: Fémur, radio, esternón.
 - Órganos: Corazón, cerebro, hígado, riñón.
 - Vasos sanguíneos: Arterias, venas, capilares.
- **Clasificación de las Estructuras:** Las estructuras del cuerpo se agrupan según su función, localización y relación entre ellas (Tortora y Derrickson, 2014):
 - Sistema óseo: Huesos, ligamentos.
 - Sistema muscular: Músculos, tendones.
 - Sistema nervioso: Cerebro, médula espinal, nervios.
 - Sistema circulatorio: Corazón, arterias, venas.

NOTA. Para la descripción de ejercicios específicos en actividades físico deportivas ver Cartilla 3. Ciencias Aplicadas al Entrenamiento Deportivo Tema 3. Biomecánica.

1.2.2 Tejidos, órganos y sistemas

El estudio de los tejidos, órganos y sistemas es fundamental para una óptima orientación de las prácticas físico deportivas, porque permite comprender cómo funcionan y se estructuran las partes del cuerpo humano, que son clave para el movimiento, el rendimiento físico y la recuperación (Murialdo, 2019; Guyton y Hall, 2021). Conocer la composición y el papel de los tejidos muscular, óseo y conectivo, ayuda a identificar sus capacidades y límites, lo que es esencial para diseñar entrenamientos efectivos y prevenir lesiones. Asimismo, entender el funcionamiento de órganos como el corazón, los pulmones y el sistema digestivo, facilita la optimización de contenidos adecuados, para mejorar la resistencia, la fuerza y la recuperación, promoviendo un enfoque integral para el desarrollo del rendimiento deportivo y la salud general (McArdle et al., 2015).

Tejidos

Los tejidos son conjuntos de células que trabajan juntas para realizar funciones específicas en el cuerpo humano. Existen cuatro tipos principales de tejidos en el cuerpo humano: epitelial, conectivo, muscular y el nervioso, cada uno con sus características y funciones particulares que permiten el funcionamiento adecuado del organismo en su conjunto (Ross y Pawlina, 2013). En la figura 3 se puede apreciar el tejido óseo y las partes del hueso.

- **Tejido Epitelial**

Este tipo de tejido cubre y protege las superficies del cuerpo, tanto externas como internas. Forma la piel y las mucosas que recubren cavidades como la boca, los pulmones y los intestinos (Geneser y Brüel, 2015). También forma glándulas y sus funciones son:

- Protección (por ejemplo, la piel protege contra daños y patógenos).
- Absorción (como en el intestino delgado, que absorbe nutrientes).
- Secreción (como en las glándulas que producen hormonas o sudor).
- Excreción (por ejemplo, en los riñones).

Ejemplo: La piel (epidermis) y las mucosas que recubren los pulmones y el aparato digestivo.

- **Tejido Conectivo**

Este tejido conectivo, sostiene y protege otros tejidos y órganos. Es el tipo de tejido más abundante y diverso en el cuerpo. Puede ser más sólido, como en los huesos, o más fluido, como en la sangre (Ross y Pawlina, 2013) y sus funciones son:

- Sostén y estructura (como los huesos que soportan el cuerpo).
- Protección (como en la grasa que amortigua los órganos).
- Transporte (como la sangre, que transporta oxígeno, nutrientes y desechos).

Ejemplo: Huesos, Cartílago, Sangre, Tejido Adiposo.

El entrenador deportivo debe entender y conocer las diferentes partes del cuerpo humano, sin embargo, el tejido óseo y tejido articular son evidentemente fundamentales en la determinación de los contenidos, medios y métodos que son adecuadas para mejorar la condición física de cada persona. Este apartado profundiza en los tejidos óseos y tejido articular del cuerpo humano, basado en la propuesta de Geneser y Brüel(2015).

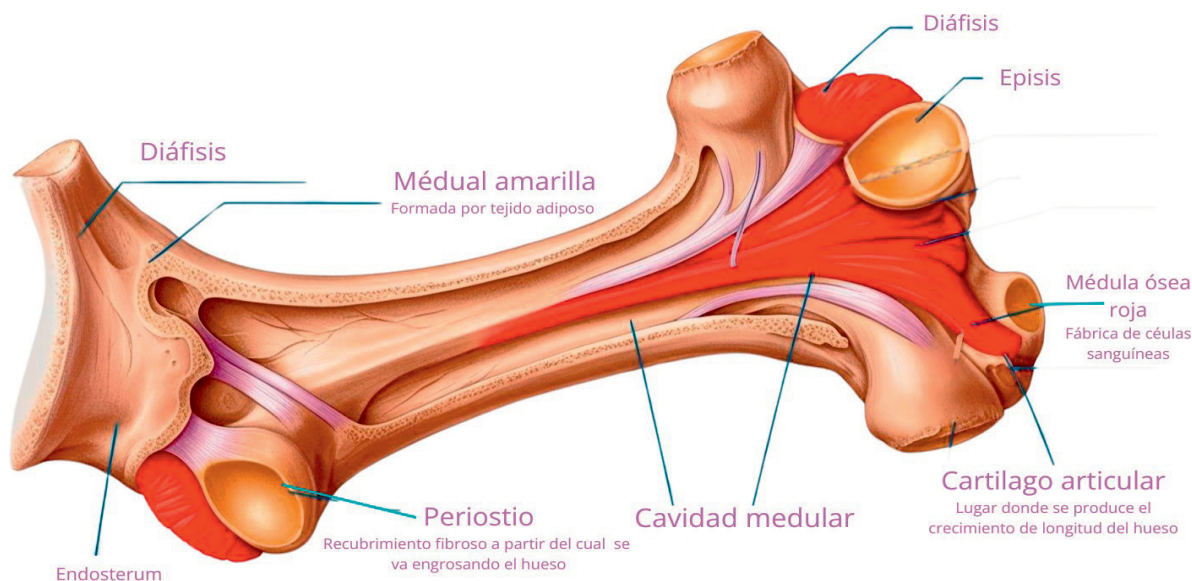
- **Tejido Óseo**

El tejido óseo es un tipo especializado de tejido conectivo que constituye el componente principal de los huesos en el cuerpo humano (Geneser y Brüel, 2015). A continuación, se presentan sus generalidades principales:

- Estructura
 - **Matriz extracelular:** Compuesta por una fase mineral (principalmente cristales de hidroxapatita, que le otorgan rigidez) y una fase orgánica (principalmente colágeno tipo I, que proporciona elasticidad y resistencia).
 - **Células del tejido óseo:**
 - Osteoblastos: Responsables de la formación de la matriz ósea.
 - Osteocitos: Osteoblastos maduros atrapados en la matriz; participan en el mantenimiento del tejido.
 - Osteoclastos: Células responsables de la resorción ósea, fundamentales para el remodelado óseo.
- Tipos de tejido óseo
 - **Compacto:** Denso y sólido, forma la capa externa de los huesos. Contiene sistemas de Havers (osteonas), unidades estructurales que facilitan el transporte de nutrientes.

- **Esponjoso:** Compuesto por trabéculas que forman una estructura porosa. Se encuentra en el interior de los huesos y alberga la médula ósea. (Ver figura 3).

Figura 3. Principales partes de un hueso



Fuente: Ajustado de Guyton y Hall, 2021

- Principales funciones del tejido óseo.
 - **Soporte estructural:** Proporciona rigidez y forma al cuerpo.
 - **Protección:** Resguarda órganos vitales (por ejemplo, el cráneo protege el cerebro, y la caja torácica, el corazón y pulmones).
 - **Hematopoyesis:** La médula ósea roja, presente en el tejido esponjoso, es responsable de la producción de células sanguíneas.
 - **Almacenamiento de minerales:** Actúa como depósito de calcio y fósforo, esenciales para diversas funciones fisiológicas.
 - **Movimiento:** Sirve como punto de anclaje para los músculos, permitiendo la locomoción.

El tejido óseo es un sistema dinámico y vital que combina rigidez y flexibilidad para desempeñar funciones cruciales en el organismo.

- **Tejido Articular**

El tejido articular es clave para la movilidad, funcionalidad y protección de las estructuras óseas. Su mantenimiento depende de la actividad física adecuada, una dieta balanceada y el cuidado frente a lesiones. El tejido articular hace referencia a las estructuras y tejidos que forman parte de las articulaciones, las cuales permiten la unión y el movimiento entre dos o más huesos (Tortora y Derrickson, 2014). En la Tabla 2 se resume la información sobre las estructuras involucradas en las articulaciones (partes que constituyen una articulación), en la Tabla 3 la terminología usada para clasificar los tipos de articulación y en la Tabla 4, la función que cumple cada estructura de las articulaciones.

Tabla 2. Estructura de las articulaciones

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
Cartílago articular	Tejido conectivo liso y elástico que recubre las superficies óseas dentro de la articulación.	Tejido conectivo liso y elástico que recubre las superficies óseas dentro de la articulación.
Cápsula articular	Estructura fibrosa que rodea la articulación.	Proporciona soporte y mantiene la estabilidad de la articulación.
Líquido sinovial	Fluido viscoso contenido dentro de la cápsula articular.	Lubrica la articulación y nutre el cartílago.
Membrana sinovial	Capa interna de la cápsula articular que produce líquido sinovial.	Genera y regula el líquido sinovial.
Ligamentos	Bandas de tejido conectivo fibroso que conectan los huesos en una articulación.	Proporcionan estabilidad y limitan movimientos excesivos.
Tendones	Estructuras de tejido conectivo que conectan los músculos a los huesos.	Transmiten la fuerza del músculo para generar movimiento.
Meniscos o discos	Estructuras fibrocartilaginosas presentes en algunas articulaciones, como la rodilla.	Mejoran el ajuste entre las superficies articulares y distribuyen la carga.
Meniscos o discos	Pequeñas bolsas llenas de líquido sinovial localizadas cerca de las articulaciones.	Reducen la fricción entre tejidos como tendones, ligamentos y huesos.
Superficies articulares	Áreas de los huesos que forman parte de la articulación, cubiertas por cartílago articular.	Permiten el contacto suave entre los huesos durante el movimiento.

Fuente: Adaptado de Latarjet y Liard, 2004

Tabla 3. Tipos de articulaciones, clasificación, ejemplo y características

TIPO DE ARTICULACIÓN	CLASIFICACIÓN	EJEMPLO	CARACTERÍSTICAS
Fibrosas	Sinartrosis	Suturas del cráneo	Sin movimiento; unidas por tejido conectivo denso.
Cartilaginosas	Anfiartrosis	Sínfisis púbica, discos intervertebrales	Movimiento limitado; unidas por cartílago.
Sinoviales	Diartrosis	Rodilla, codo, hombro	Gran rango de movimiento; contienen líquido sinovial y cápsula articular.
Planas (artrodias)	Tipo de sinovial	Articulaciones entre huesos carpianos	Movimiento deslizante limitado en una o varias direcciones.
Bisagra (trocleares)	Tipo de sinovial	Codo, articulación interfalángica	Movimiento en un solo plano (flexión y extensión).
Pivote (trocoideas)	Tipo de sinovial	Articulación atlantoaxial	Movimiento de rotación alrededor de un eje único.
Condíleas (elipsoidales)	Tipo de sinovial	Muñeca (radio-carpiana)	Movimiento en dos planos (flexión, extensión, aducción, abducción).
Silla de montar (encaje recíproco)	Tipo de sinovial	Articulación carpometacarpiana del pulgar	Movimiento en dos planos con mayor libertad que las condíleas.
Esféricas (enartrosis)	Tipo de sinovial	Hombro, cadera	Movimiento en múltiples planos y rotación (movimiento más libre).

Fuente: Adaptado de Latarjet y Liard, 2004

En la Tabla 2 se describió cada estructura articular, en la Tabla 4 se presenta la función que cumple cada estructura de las articulaciones.

Tabla 4. Función del tejido articular

TEJIDO ARTICULAR	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN ADICIONAL
Cartílago articular	Reduce la fricción y absorbe impactos.	Recubre las superficies óseas en las articulaciones sinoviales, facilitando movimientos suaves.
Ligamentos	Proporcionan estabilidad a la articulación y limita los movimientos excesivos o anómalos.	Bandas de tejido conectivo fibroso que conectan huesos entre sí.
Tendones	Transmiten la fuerza generada por los músculos para generar movimiento en la articulación.	Estructuras de tejido conectivo que unen los músculos a los huesos.
Membrana sinovial	Produce y regula el líquido sinovial.	Capa interna de la cápsula articular que nutre y lubrica las estructuras articulares.
Líquido sinovial	Lubrica la articulación y nutre el cartílago articular.	Reduce la fricción y permite un movimiento fluido.
Meniscos y discos	Mejoran el ajuste entre las superficies articulares y distribuyen la carga.	Fibrocartílago presente en articulaciones como la rodilla para estabilidad y soporte.
Bolsas sinoviales	Reducen la fricción entre tejidos como tendones, ligamentos y huesos en la articulación.	Bolsas llenas de líquido sinovial situadas en puntos de fricción.

Fuente: Adaptado de Tortora y Derrickson, 2014

- Lesiones comunes en las articulaciones
 - **Artrosis:** Degeneración del cartílago articular, causando dolor y rigidez.
 - **Artritis:** Inflamación de la articulación, que puede ser de origen autoinmune, infeccioso o traumático.
 - **Lesiones de ligamentos o meniscos:** Comunes en articulaciones de carga como rodillas y tobillos.

- **Tejido Muscular**

Este tejido es responsable de los movimientos del cuerpo y de los órganos internos. Las células musculares tienen la capacidad de contraerse, lo que permite la locomoción, el movimiento de los alimentos a través del sistema digestivo y otros movimientos involuntarios (Tortora y Derrickson, 2014).

- Tipos de tejido muscular:
 - **Músculo esquelético:** Controla el movimiento voluntario del cuerpo, como el movimiento de los brazos y las piernas.
 - **Músculo cardíaco:** Forma el corazón y es responsable del latido cardíaco.
 - **Músculo liso:** Se encuentra en las paredes de los órganos internos (como los intestinos, estómago, vasos sanguíneos) y permite el movimiento involuntario de sustancias a través del cuerpo. En la Tabla 5 se profundiza más en esta clasificación, explicando características y funciones.

El tejido muscular es un tejido especializado en la contracción y el movimiento, esencial para diversas funciones corporales. A continuación, se detallan sus generalidades principales (Latarjet y Liard, 2004):

- Características Generales
 - **Células especializadas:** También conocidas como fibras musculares, son alargadas y tienen una alta capacidad de contracción.
 - **Matriz extracelular:** Es escasa, ya que las células musculares están densamente empaquetadas.
 - **Proteínas contráctiles:** Contiene actina y miosina, proteínas responsables de la contracción muscular.
 - **Inervación y vascularización:** Está altamente inervado y vascularizado para garantizar la respuesta rápida y el suministro adecuado de nutrientes y oxígeno.

Tabla 5. Clasificación del tipo de tejido muscular, localización, características y función principal

TIPO DE TEJIDO MUSCULAR	LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN PRINCIPAL
Estriado esquelético	Músculos adheridos al esqueleto	Voluntario, multinucleado, con fibras alargadas y estriaciones visibles al microscopio.	Permite el movimiento voluntario y genera fuerza.
Estriado cardíaco	Corazón	Involuntario, células ramificadas, con estriaciones y discos intercalados que permiten contracción sincronizada.	Bombea sangre a través del sistema circulatorio.
Liso	Paredes de órganos internos (viscerales), vasos sanguíneos	Involuntario, células fusiformes sin estriaciones.	Regula el movimiento de sustancias dentro del cuerpo, como alimentos o sangre.

Fuente: Adaptado de Latarjet y Liard, 2004

- Funciones del tejido muscular
 - **Movimiento:** Genera fuerza para mover el cuerpo y sus partes.
 - **Postura:** Mantiene la posición corporal a través de contracciones sostenidas.
 - **Producción de calor:** Genera calor como subproducto de la contracción, contribuyendo a la termorregulación.
 - **Propulsión de fluidos y alimentos:** En el músculo liso, asegura el transporte de sangre, linfa y alimentos a través de los órganos.
- Regulación
 - **Músculo esquelético:** Regulación voluntaria mediante el sistema nervioso somático.
 - **Músculo cardíaco:** Controlado por el sistema nervioso autónomo y el sistema de marcapasos intrínseco.
 - **Músculo liso:** Regulación involuntaria por el sistema nervioso autónomo y factores hormonales.

El tejido muscular es esencial para el movimiento, la circulación y múltiples funciones viscerales, adaptándose a las demandas específicas de cada tipo de músculo en el organismo (Geneser y Brüe., 2015).

- Tejido Nervioso

Este tejido está formado por células especializadas llamadas neuronas, que transmiten impulsos eléctricos por todo el cuerpo, permitiendo la comunicación entre las diferentes partes del organismo. También incluye las células de soporte llamadas células gliales (Guyton y Hall, 2021).

- Funciones:
 - Recepción y transmisión de señales eléctricas (como en el cerebro y los nervios).
 - Coordinación de las respuestas del cuerpo a estímulos internos y externos.

Ejemplos: El cerebro, la médula espinal, los nervios periféricos.

NOTA: Para reforzar al tema de tejidos ver el siguiente video:

- Tejidos: <https://www.youtube.com/watch?v=edwgWNg6Ja0>

Órganos

Por su parte, los órganos son estructuras formadas por varios tipos de tejidos que trabajan juntos para realizar funciones específicas dentro del cuerpo humano. Cada órgano tiene una función crucial para el mantenimiento de la vida y el equilibrio del organismo (Guyton y Hall, 2021). Los órganos se agrupan en sistemas de órganos, que son conjuntos de órganos que colaboran para llevar a cabo tareas relacionadas entre sí, ver Tabla 6.

Tabla 6. Principales órganos humanos y su función

ÓRGANO	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cerebro	Controla las funciones corporales, procesa información sensorial, y regula emociones y memoria.
Corazón	Bombea sangre oxigenada y nutrientes a través del sistema circulatorio.
Pulmones	Intercambian oxígeno y dióxido de carbono en el proceso de respiración.
Hígado	Procesa nutrientes, desintoxica sustancias, y produce bilis para la digestión de grasas.
Riñones	Filtran la sangre, eliminan desechos y regulan el equilibrio de líquidos y electrolitos.
Estómago	Descompone alimentos y mezcla con jugos gástricos para iniciar la digestión.
Intestino delgado	Absorbe nutrientes y minerales de los alimentos.
Intestino grueso	Absorbe agua y forma las heces.
Páncreas	Produce insulina y otras enzimas para la digestión.
Bazo	Filtra la sangre, elimina glóbulos rojos viejos y participa en la respuesta inmunitaria.
Vejiga	Almacena la orina antes de su eliminación del cuerpo.
Órganos reproductores	Producen células sexuales y hormonas necesarias para la reproducción.
Piel	Protege el cuerpo, regula la temperatura y permite la percepción sensorial.

Fuente: Adaptado de Tortora y Derrickson, 2014

NOTA: Para reforzar el tema de órganos ver el siguiente video:

- Los órganos del cuerpo humano: https://www.youtube.com/watch?v=oLngr6ap_10

Sistemas

El cuerpo humano está compuesto por varios sistemas de órganos que trabajan en conjunto para mantener el funcionamiento adecuado del organismo. Cada sistema tiene funciones específicas que son esenciales para la vida y la salud (Tortora y Derrickson, 2014). En la Tabla 7, se presentan los sistemas del cuerpo humano.

Tabla 7. Sistemas del cuerpo humano

SISTEMA	FUNCIÓN PRINCIPAL	ÓRGANOS PRINCIPALES
Nervioso	Coordina y controla las actividades corporales, procesa información sensorial.	Cerebro, médula espinal, nervios periféricos.
Circulatorio	Transporta oxígeno, nutrientes, hormonas y elimina desechos metabólicos.	Corazón, vasos sanguíneos (arterias, venas, capilares).
Respiratorio	Intercambia gases (oxígeno y dióxido de carbono), entre el cuerpo y el ambiente.	Pulmones, tráquea, bronquios, diafragma.
Digestivo	Descompone alimentos para obtener nutrientes y elimina desechos sólidos.	Boca, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, hígado, páncreas.
Urinario	Elimina desechos líquidos, regula líquidos y electrolitos corporales.	Riñones, uréteres, vejiga, uretra.
Esquelético	Proporciona soporte estructural, protección a órganos internos y facilita el movimiento.	Huesos, cartílagos, ligamentos.
Muscular	Permite el movimiento, postura y producción de calor corporal.	Músculos esqueléticos, músculos lisos, músculos cardíacos.
Endocrino	Regula funciones corporales a través de hormonas.	Hipotálamo, tiroides, páncreas, glándulas suprarrenales.
Linfático/ Inmunitario	Defiende al cuerpo contra infecciones y mantiene el equilibrio de líquidos corporales.	Bazo, ganglios linfáticos, vasos linfáticos, timo.
Reproductor	Permite la reproducción y produce hormonas sexuales.	Ovarios, testículos, útero, pene, vagina.
Tegumentario	Protege el cuerpo contra lesiones, infecciones y regula la temperatura corporal.	Piel, cabello, uñas, glándulas sudoríparas.

Fuente: Adaptado de Tortora y Derrickson, 2014

NOTA: Para reforzar el tema de organos ver el siguiente video:

- Sistemas del cuerpo humano: <https://www.youtube.com/watch?v=c-ulBhOuUwI>

Desde una perspectiva práctica, la morfología del deporte permite identificar las ventajas físicas naturales que pueden predisponer a una persona a destacar en una disciplina deportiva particular, como la altura en el baloncesto, la masa muscular en levantamiento de pesas o la resistencia aeróbica en el atletismo de larga distancia. Asimismo, ayuda a diseñar programas de entrenamiento y nutrición adaptados a las necesidades individuales, maximizando el rendimiento y minimizando el riesgo de lesiones (McArdle et al., 2015; García-Manso et al., 1996).

En el ámbito del deporte, comprender la relación entre la forma corporal y el desempeño es esencial tanto para los entrenadores como para los atletas, ya que ofrece una base científica para la selección de talentos y el desarrollo de estrategias competitivas (Bompa, 2017; García-Manso et al., 1996).

Subtema 1.3 Macronutrientes y micronutrientes

Mientras que los macronutrientes proporcionan la energía necesaria para las actividades diarias y la función corporal, los micronutrientes son cruciales para el buen funcionamiento y la prevención de enfermedades. Ambos son esenciales para mantener un estado de salud óptimo así como para el desempeño en actividades deportivas (Clark, 2016).

1.3.1 Macronutrientes

Los macronutrientes son nutrientes esenciales que el cuerpo necesita en grandes cantidades para obtener energía y mantener funciones vitales (Jeukendrup y Gleeson, 2019). Los tres principales macronutrientes son:

- **Carbohidratos:** Son la principal fuente de energía para el cuerpo. Se encuentran en alimentos como pan, arroz, pasta, frutas y vegetales.
- **Proteínas:** Son necesarias para la construcción y reparación de tejidos, así como para la producción de enzimas y hormonas. Se encuentran en carnes, pescados, huevos, legumbres y frutos secos.
- **Grasas:** Proporcionan energía, ayudan a la absorción de vitaminas liposolubles y protegen los órganos. Las grasas saludables se encuentran en aceites vegetales, aguacates, frutos secos y pescados grasos (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022).

NOTA: Para reforzar el tema de macronutrientes y micronutrientes ver el siguiente video:

- Macro y micro nutrientes: https://www.youtube.com/watch?v=r_fkazj1jWS

Los carbohidratos se pueden clasificar en tres tipos principales, según su estructura química (Atkins y Jones, 2012) y su forma de ser digeridos y absorbidos por el cuerpo:

- **Carbohidratos Simples:** (Azúcares Simples)

Son carbohidratos formados por una o dos moléculas de azúcar (una estructura química mas sencilla que los otros carbohidratos). Son rápidamente digeridos y absorbidos por el cuerpo, lo que puede llevar a un aumento rápido de los niveles de glucosa en la sangre. Los tipos de carbohidratos simples son monosacáridos y disacaridos.

- **Monosacáridos:** Son carbohidratos formados por una sola molécula de azúcar.
 - Glucosa: El azúcar que se encuentra en la sangre.
 - Fructosa: El azúcar presente en las frutas y la miel.
 - Galactosa: Se encuentra en los productos lácteos.
- **Disacáridos:** Están formados por dos moléculas de azúcar.
 - Sacarosa: Comúnmente conocida como azúcar de mesa, se encuentra en caña de azúcar y remolacha.
 - Lactosa: El azúcar de la leche.
 - Maltosa: Se encuentra en alimentos como la cebada.

- Carbohidratos Complejos

Son carbohidratos formados por largas cadenas de moléculas de azúcar (polisacáridos). Estos carbohidratos tardan más tiempo en digerirse y proporcionan una liberación de energía aumentada (Salas-Salvadó et al., 2019). Se encuentran en alimentos como:

- **Almidón:** Es la principal fuente de carbohidratos en alimentos vegetales como papas, arroz, maíz, pan y pasta.
- **Fibra:** Aunque no se digiere ni se absorbe completamente por el cuerpo, la fibra es importante para la digestión, la salud intestinal y el control del azúcar en sangre. Se encuentra en frutas, verduras, legumbres y cereales integrales.

Los carbohidratos simples proporcionan energía rápida, mientras que los complejos y la fibra ofrecen energía de liberación más lenta y beneficios para la salud digestiva. Es

importante incluir una variedad de carbohidratos en una dieta balanceada, priorizando los carbohidratos complejos y las fuentes de fibra (Jeukendrup y Gleeson, 2019).

- **Las proteínas** están formadas por aminoácidos, por ejemplo:
 - **Albúminas:** Se encuentran en la clara de huevo y la leche.
 - **Globulinas:** Se encuentran en la sangre, como la hemoglobina, que transporta oxígeno.
 - **Histonas:** Proteínas asociadas con el ADN en las células.

En la Tabla 8 se presentan diferentes proteínas, explicando su función principal y con ejemplos de donde se encuentran localizadas.

Tabla 8. Tipo de proteínas y funciones principales

TIPO DE PROTEÍNA	FUNCIÓN PRINCIPAL	EJEMPLO
Estructurales	Brindan soporte y estructura a células y tejidos.	Colágeno, queratina
Enzimáticas	Catalizan reacciones químicas, aumentando su velocidad	Amilasa, ADN polimerasa
De transporte	Transportan moléculas o iones a través de membranas o en el torrente sanguíneo	Hemoglobina, albúmina
Reguladoras	Regulan procesos biológicos, como la expresión génica o la señalización celular	Insulina, factores de transcripción
Defensivas	Protegen al organismo contra infecciones y lesiones	Anticuerpos, fibrinógeno
Contráctiles y motoras	Facilitan el movimiento en células y tejidos	Actina, miosina
De almacenamiento	Almacenan nutrientes y moléculas esenciales.	Ferritina, caseína
Receptoras	Detectan señales químicas y transmiten información a través de la membrana celular	Receptores de insulina, receptores acoplados a proteínas G

Fuente: Adaptado de Azcona, 2013

Las proteínas también se clasifican según su calidad (valor biológico), dependiendo de la cantidad y proporción de aminoácidos esenciales que contienen (Jeukendrup y Gleeson, 2019). Las proteínas se dividen en:

- **Proteínas de alto valor biológico:** Son aquellas que contienen todos los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas para el cuerpo humano. Se encuentran en alimentos de origen animal, como carne, pescado, huevos y productos lácteos.
- **Proteínas de bajo Valor Biológico:** Carecen de algunos aminoácidos esenciales y provienen principalmente de fuentes vegetales, como legumbres, cereales y frutos secos. Sin embargo, combinando diferentes fuentes vegetales, se puede obtener un perfil de aminoácidos completo.
- Las **grasas** se clasifican principalmente según su estructura química y estado físico a temperatura ambiente en Saturadas, Insaturadas (monoinsaturadas/poliinsaturadas) y trans (Jeukendrup y Gleeson, 2019).

- **Grasas Saturadas**

Las grasas saturadas tienen átomos de carbono completamente saturados con átomos de hidrógeno, lo que significa que no tienen enlaces dobles entre los átomos de carbono (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022; Azcona, 2013). Esto les permite ser sólidas a temperatura ambiente. Se encuentran principalmente en alimentos de origen animal, aunque también en algunos aceites vegetales.

- Fuentes comunes:
 - Carnes rojas y procesadas
 - Mantequilla
 - Queso
 - Aceite de coco y de palma

El consumo excesivo de grasas saturadas se ha asociado con un aumento en los niveles de colesterol LDL (el "colesterol malo"), lo que puede elevar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, es decir efectos negativos sobre la salud:

- **Grasas Insaturadas:** tienen uno o más enlaces dobles entre los átomos de carbono, lo que les da una estructura más fluida, y generalmente son líquidas a temperatura ambiente. Se dividen en dos subgrupos:
- **Grasas Monoinsaturadas:** Tienen un solo enlace doble en su cadena de carbono. Son beneficiosas para la salud cardiovascular, ya que pueden reducir los niveles de colesterol LDL.
 - Fuentes comunes:
 - Aceite de oliva
 - Aguacates

- Frutos secos (almendras, nueces, etc.)
- **Grasas Poliinsaturadas:** Tienen dos o más enlaces dobles en sus cadenas de carbono. Incluyen los ácidos grasos esenciales, como los ácidos grasos omega-3 y omega-6, que el cuerpo no puede producir por sí mismo y debe obtener a través de la dieta.
 - Fuentes comunes:
 - Pescados grasos (salmón, atún)
 - Aceite de linaza y aceite de chía (omega-3)
 - Aceite de maíz, soja y girasol (omega-6)

Efectos en la salud: Las grasas insaturadas son generalmente consideradas saludables, ya que pueden mejorar el perfil lipídico, reducir la inflamación y mejorar la salud del corazón (Jeukendrup y Gleeson, 2019).

- **Grasas Trans:** son un tipo de grasa que se forma cuando los aceites líquidos se convierten en sólidos mediante un proceso llamado hidrogenación (McArdle et al., 2015; Atkins y Jones, 2012). Este proceso se utiliza en la fabricación de alimentos procesados para alargar su vida útil. Las grasas trans se encuentran principalmente en:
 - Alimentos procesados (galletas, pasteles, frituras)
 - Margarinas

Efectos en la salud: Las grasas trans son muy perjudiciales para la salud, ya que aumentan los niveles de colesterol LDL y disminuyen el colesterol HDL (el "colesterol bueno"), lo que eleva el riesgo de enfermedades cardiovasculares y otros problemas de salud (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022).

1.3.2 Micronutrientes

Los micronutrientes son nutrientes esenciales que el cuerpo necesita en cantidades pequeñas, pero son igualmente importantes para la salud incluyendo vitaminas y minerales (Jeukendrup y Gleeson, 2019). En la Tabla 9, se encuentran resumidas la lista de principales vitaminas, fuentes alimenticias y función principal.

- **Vitaminas:** Son esenciales para diversas funciones biológicas, como la producción de energía, la protección celular y el funcionamiento del sistema inmunológico. Se encuentran en frutas, verduras, lácteos y carnes.

Tabla 9. Principales vitaminas, fuentes alimenticias y función

VITAMINA	FUENTES ALIMENTICIAS	FUNCIÓN PRINCIPAL
Vitamina A	Zanahorias, espinacas, hígado, huevos, batatas.	Mantiene la salud visual, la piel y el sistema inmunológico.
Vitamina B1 (Tiamina)	Cereales integrales, legumbres, carne de cerdo, semillas.	Participa en el metabolismo de carbohidratos y la función nerviosa.
Nota: Para profundizar en el campo de nutrición deportiva, ver Cartilla 3. Tema 4. Nutrición deportiva.	Leche, huevos, vegetales de hojas verdes, carne magra, almendras.	Ayuda en la producción de energía y salud de la piel y los ojos.
Vitamina B3 (Niacina)	Carnes, pescado, cereales integrales, legumbres, frutos secos.	Contribuye al metabolismo energético y la función del sistema nervioso.
Vitamina B6 (Piridoxina)	Plátanos, papas, carne de ave, pescado, cereales fortificados.	Participa en el metabolismo de aminoácidos y producción de hemoglobina.
Vitamina B9 (Ácido fólico)	Vegetales de hojas verdes, cítricos, legumbres, cereales fortificados.	Es esencial para la formación de glóbulos rojos y el desarrollo fetal.
Vitamina B12	Carne, pescado, huevos, productos lácteos.	Ayuda en la formación de glóbulos rojos y la función nerviosa.
Vitamina C	Naranjas, kiwis, fresas, pimientos, brócoli.	Promueve la formación de colágeno, fortalece el sistema inmunológico.
Vitamina D	Pescados grasos, yema de huevo, leche fortificada, exposición al sol.	Favorece la absorción de calcio y mantiene la salud ósea.
Vitamina E	Aceites vegetales, nueces, semillas, espinacas, aguacate.	Actúa como antioxidante y protege las células del daño oxidativo.
Vitamina K	Vegetales de hojas verdes, brócoli, col rizada, aceites vegetales.	Es esencial para la coagulación de la sangre y la salud ósea.

Fuente: Adaptado de Jeukendrup y Gleeson, 2019

- **Minerales**

Son esenciales para funciones como la formación de huesos y dientes, la transmisión de impulsos nerviosos y la regulación del metabolismo. Ejemplos incluyen el calcio, hierro, magnesio y zinc (Clark, 2016). En la Tabla 10 se encuentran resumidas la lista de principales minerales, fuentes alimenticias y función principal.

Tabla 10. Principales minerales, fuentes alimenticias y función principal

VITAMINA	FUENTES ALIMENTICIAS	FUNCIÓN PRINCIPAL
Calcio	Lácteos, sardinas, almendras, brócoli, espinacas.	Fortalece los huesos y dientes; interviene en la contracción muscular.
Hierro	Carnes rojas, hígado, espinacas, legumbres, cereales fortificados.	Participa en la formación de hemoglobina y el transporte de oxígeno.
Magnesio	Nueces, semillas, granos enteros, vegetales de hojas verdes.	Es clave para la función muscular, nerviosa y el metabolismo energético.
Fósforo	Carnes, pescado, productos lácteos, legumbres, nueces.	Ayuda en la formación de huesos y dientes, y en la producción de energía.
Potasio	Plátanos, naranjas, papas, tomates, espinacas.	Regula el equilibrio de líquidos, la función muscular y nerviosa.
Sodio	Sal de mesa, alimentos procesados, sopas, embutidos.	Mantiene el equilibrio de líquidos y la presión arterial.
Zinc	Carne, mariscos, semillas, legumbres, productos lácteos.	Fortalece el sistema inmunológico, promueve la cicatrización.
Yodo	Sal yodada, pescados, mariscos, productos lácteos.	Es esencial para la producción de hormonas tiroideas.
Selenio	Nueces de Brasil, pescados, carnes, huevos, cereales integrales.	Actúa como antioxidante y contribuye a la función tiroidea.
Cobre	Mariscos, nueces, semillas, hígado, granos integrales.	Ayuda en la formación de glóbulos rojos y el metabolismo del hierro.
Cloro	Sal de mesa, alimentos procesados.	Ayuda a mantener el equilibrio de líquidos y en la digestión (HCl).
Flúor	Agua fluorada, pescado, té.	Fortalece los dientes y previene caries.
Azufre	Proteínas animales, ajo, cebolla, col.	Es componente de algunos aminoácidos y vitaminas.
Cromo	Brócoli, cereales integrales, carnes magras.	Mejora la acción de la insulina y el metabolismo de carbohidratos.

Fuente: Adaptado de Clark, 2016

Los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas), y micronutrientes (vitaminas y minerales), son esenciales para el rendimiento y la recuperación en el deporte (Thomas et al., 2016). Los macronutrientes proporcionan la energía necesaria para la actividad física y apoyan procesos como la reparación muscular y el mantenimiento de funciones metabólicas (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022; Jeukendrup y Gleeson, 2019; Clark, 2016). Por otro lado, los micronutrientes desempeñan roles clave en la regulación de reacciones bioquímicas, la producción de energía y el fortalecimiento del sistema inmunológico.

Una dieta equilibrada que integre ambos tipos de nutrientes, en las proporciones adecuadas según la práctica físico deportiva y las necesidades individuales, optimiza el rendimiento, favorece la recuperación post-entrenamiento y reduce el riesgo de lesiones y enfermedades (Clark, 2016). Por tanto, la combinación estratégica de macronutrientes y micronutrientes, es fundamental para alcanzar el máximo potencial en el deporte y promover la salud general del atleta (Thomas et al., 2016).

Subtema 1.4 Sistema aeróbico y anaeróbico

El sistema aeróbico y anaeróbico (actualmente denominado vías o rutas metabólicas) son los principales mecanismos energéticos del cuerpo humano que permiten la producción de energía durante la actividad física, desempeñando roles fundamentales en el deporte (McArdle et al., 2015). Ambos sistemas trabajan de manera interrelacionada para satisfacer las demandas energéticas según la intensidad y la duración del esfuerzo físico.

1.4.1 El sistema aeróbico

Es una de las vías principales del metabolismo energético utilizada por el cuerpo para obtener energía a partir de nutrientes en presencia de oxígeno. Es fundamental para actividades de intensidad moderada a baja y de larga duración (Fox, 2014; López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022). A continuación, se presentan sus bases:

Características generales

- Sustratos principales:
 - Carbohidratos: Glucosa obtenida de la sangre o del glucógeno almacenado en músculos e hígado.
 - Lípidos: Ácidos grasos libres provenientes del tejido adiposo o triglicéridos musculares.

- Proteínas: Utilizadas en menor proporción, especialmente durante esfuerzos prolongados o estados de ayuno.
- Presencia de oxígeno: Este sistema requiere oxígeno para oxidar los sustratos y producir energía.

Fases Principales

- Glucólisis aeróbica:
 - La glucosa es degradada en piruvato que se encuentra en el citoplasma de las células.
 - En condiciones aeróbicas, el piruvato ingresa en la mitocondria para continuar con su oxidación.
- Ciclo de Krebs (Ciclo del Ácido Cítrico):
 - Ocurre en la matriz mitocondrial.
 - El acetil-CoA (derivado del piruvato o de ácidos grasos) se oxida completamente, produciendo CO_2 , NADH y FADH_2 .
- Cadena de transporte de electrones (Fosforilación oxidativa):
 - En la membrana interna de la mitocondria, los electrones transportados por NADH y FADH_2 generan un gradiente de protones.
 - Este gradiente impulsa la síntesis de ATP mediante la enzima ATPsintasa.
 - El oxígeno actúa como aceptor final de electrones, formando agua.

Producción de Energía

- Por cada molécula de glucosa, se generan aproximadamente 36-38 moléculas de ATP en condiciones aeróbicas.
- La oxidación de los lípidos es más eficiente en términos de ATP, pero más lenta. Por ejemplo, la oxidación de un ácido graso como el palmitato genera alrededor de 129 moléculas de ATP.

Velocidad y Capacidad

- Velocidad: Es más lento en comparación con los sistemas anaeróbicos (glucólisis anaeróbica o sistema fosfágeno), debido a los pasos adicionales involucrados.
- Capacidad: Es el sistema más eficiente en términos de producción de energía sostenida, ya que puede durar horas utilizando reservas de grasas y carbohidratos.

Importancia biológica

- Energía para actividades prolongadas: Es esencial para actividades como correr largas distancias, nadar, caminar y realizar labores diarias.

- Homeostasis energética: Contribuye al equilibrio metabólico y al mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre.
- Oxidación de lípidos: Ayuda en el control del peso corporal y en la prevención de enfermedades metabólicas.

El sistema aeróbico es un componente clave del metabolismo humano, optimizado para actividades sostenidas y eficiente en el uso de recursos energéticos en presencia de oxígeno.

1.4.2 Sistema anaeróbico

Es una vía metabólica utilizada por el cuerpo para producir energía sin predominio de oxígeno, especialmente durante actividades de alta intensidad y corta duración. Este sistema se divide en dos principales subcategorías: anaeróbico aláctico - sistema fosfágeno y anaeróbico láctico - glucólisis anaeróbica (Fox, 2014; López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022; Guyton y Hall. 2021).

Anaeróbico aláctico (sistema fosfágeno)

- Duración: 5-10 segundos de esfuerzo máximo.
- Fuente de energía: Fosfocreatina (PCr) y ATP almacenado en los músculos.
- Características:
 - No produce lactato como subproducto.
 - Es la vía más rápida de generación de energía.
 - Ideal para actividades explosivas como el sprint, levantamiento de pesas o saltos.
- Limitación: Se agota rápidamente debido a las reservas limitadas de fosfocreatina.

Anaeróbico láctico (glucólisis anaeróbica)

- Duración: 30 segundos a 2 minutos.
- Fuente de energía: Glucosa (a partir del glucógeno muscular o sangre).
- Características:
 - Produce energía mediante la degradación de la glucosa en ausencia de oxígeno.
 - Genera lactato como subproducto, lo que puede contribuir a la acidosis metabólica y la fatiga muscular.
 - Es más lento que el sistema fosfágeno, pero más sostenible por más tiempo.

Limitación: Acumulación de lactato y disminución del pH muscular

Ventajas del sistema anaeróbico

- Permite esfuerzos intensos sin depender del suministro inmediato de oxígeno.
- Respuesta rápida y eficiente durante actividades de corta duración.

Desventajas del sistema anaeróbico

- Capacidad limitada para sostener el ejercicio debido al agotamiento de las reservas de energía (ATP y PCr) o a la acumulación de lactato.
- Genera fatiga rápidamente en comparación con el sistema aeróbico.

Relación con el entrenamiento

El sistema aeróbico, también conocido como el sistema de energía oxidativa, utiliza oxígeno para descomponer carbohidratos, grasas y, en menor medida, proteínas, proporcionando una fuente sostenida de energía (Fox, 2014). Es predominante en actividades de baja a moderada intensidad y larga duración, como correr largas distancias o nadar. Por otro lado, el sistema anaeróbico opera sin oxígeno y genera energía rápidamente a través de la descomposición de la glucosa, siendo esencial en esfuerzos de alta intensidad y corta duración, como carreras de velocidad o levantamiento de pesas (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022). En la Tabla 11 se encuentra una comparación entre sistema aeróbico y sistema anaeróbico según parámetros fisiológicos.

Tabla 11. Comparativa entre sistemas aeróbico y anaerobio

CARACTERÍSTICA	SISTEMA AERÓBICO	SISTEMA ANAERÓBICO
Presencia de oxígeno	Requiere oxígeno para funcionar.	No requiere oxígeno
Fuente de energía principal	Glucosa, ácidos grasos, y en menor medida aminoácidos	Glucosa y fosfocreatina
Velocidad de generación de energía	Lenta, pero sostenida a largo plazo	Rápida, pero limitada en duración
Duración del esfuerzo	Actividades prolongadas (más de 2 minutos)	Actividades cortas e intensas (menos de 2 minutos)
Producción de ATP	Alta cantidad de ATP, pero a menor velocidad	Menor cantidad de ATP, pero a alta velocidad
Subproductos	Dióxido de carbono (CO ₂) y agua (H ₂ O)	Ácido láctico (en glucólisis anaeróbica)
Ejemplos de actividad	Carrera de larga distancia, ciclismo, natación	Sprint, levantamiento de pesas, saltos explosivos
Capacidad de resistencia	Alta, ideal para esfuerzos prolongados	Baja, agotamiento rápido debido a la acumulación de lactato.
Vía metabólica principal	Ciclo de Krebs y cadena transportadora de electrones	Fosfocreatina (sistema aláctico) y glucólisis anaeróbica

En el ámbito de las actividades físico deportivas, comprender estos sistemas permite diseñar entrenamientos específicos que optimicen el rendimiento, mejoren la capacidad de recuperación y desarrollen la resistencia o la potencia según las necesidades del individuo. Su estudio es crucial para maximizar la eficiencia del cuerpo en diferentes contextos.

NOTA: Para profundizar sobre las vías energéticas, procesos que ocurren en la glucólisis, procesos ventilatorios y consumo de oxígeno, ver Cartilla 3. Tema 1. Fisiología del deporte y Tema 2. Sistema respiratorio.

NOTA: Para reforzar el tema de sistemas aeróbicos ver el siguiente video:

- Trabajo aeróbico y anaeróbico: <https://www.youtube.com/watch?v=NNBgFSgrQ-I>

Subtema 1.5 Biomarcadores sanguíneos

Los biomarcadores sanguíneos son indicadores biológicos medibles presentes en la sangre que reflejan el estado fisiológico, metabólico y de rendimiento del organismo (Thomas et al., 2016). En el contexto del deporte y la actividad física, son herramientas clave para evaluar la adaptación al entrenamiento, el estado de salud, la recuperación y el riesgo de lesiones o sobreentrenamiento (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022).

1.5.1 Clasificación de los biomarcadores en el deporte

- Biomarcadores de rendimiento y recuperación:
 - Lactato sanguíneo: Indica la intensidad del ejercicio y el umbral anaeróbico.
 - CK (creatinina quinasa): Refleja el daño muscular causado por ejercicios intensos.
 - Mioglobina: Relacionada con el daño muscular y el estrés físico.
 - Cortisol: Marca el estrés metabólico y la fatiga acumulada.
 - Testosterona/Cortisol (T/C): Relación utilizada para evaluar el balance anabólico-catabólico.
- Biomarcadores de salud y metabolismo:
 - Glucosa: Indica la regulación energética antes, durante y después del ejercicio.
 - Insulina: Evalúa la sensibilidad a la insulina y la recuperación glucémica.
 - Hemoglobina y hematocrito: Reflejan la capacidad de transporte de oxígeno, importante para deportes de resistencia.
 - Ferritina: Determina las reservas de hierro, fundamentales para evitar anemia por deficiencia.
 - Ácido úrico: Asociado al metabolismo energético y al estrés oxidativo.
- Biomarcadores del estrés oxidativo:
 - Malondialdehído (MDA): Indica daño por radicales libres en las membranas celulares.
 - Glutatión reducido (GSH) y oxidado (GSSG): Evalúan la capacidad antioxidante del cuerpo.
 - Enzimas antioxidantes (SOD, catalasa): Reflejan la defensa contra el estrés oxidativo.
- Biomarcadores hormonales:
 - Hormona del crecimiento (GH): Relacionada con la recuperación y el anabolismo.
 - IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina): Indicador de regeneración y síntesis proteica.

- Adrenalina y noradrenalina: Indicadores del estrés agudo y la activación simpática.

1.5.2 Consideraciones

- **Individualidad:** Los valores pueden variar según la genética, el tipo de deporte, la edad y el sexo.
- **Interpretación:** Requiere profesionales capacitados para evitar conclusiones erróneas.
- **Factores externos:** Hidratación, hora del día, y alimentación pueden influir en los resultados.

El análisis regular de biomarcadores sanguíneos proporciona una visión integral del estado fisiológico de un atleta, ayudando a personalizar estrategias de entrenamiento, nutrición y recuperación (López-Chicharro y Fernández-Vaquero, 2022). Todos los biomarcadores sanguíneos cuentan con valores de referencia normales, algunos de ellos según el sexo de los evaluados, estos valores están resumidos en la Tabla 12.

Tabla 12. Valores normales de los principales biomarcadores sanguíneos

BIOMARCADOR	VALOR NORMAL (APROXIMADO)	RELEVANCIA EN EL DEPORTE
Glucosa	70-100 mg/dL (en ayunas)	Energía disponible; regulación metabólica
Hemoglobina	Hombres: 13.8-17.2 g/dL	Transporte de oxígeno; rendimiento aeróbico
	Mujeres: 12.1-15.1 g/dL	
Hematocrito	Hombres: 40-52%	Capacidad de transporte de oxígeno
	Mujeres: 36-48%	
Ferritina	Hombres: 20-250 ng/mL	Almacenamiento de hierro; prevención de anemia
	Mujeres: 12-150 ng/mL	
Lactato	En reposo: 0.5-2.2 mmol/L	Umbral anaeróbico e intensidad del ejercicio
CK (Creatina Quinasa)	Hombres: 55-170 U/L	Daño muscular; recuperación
	Mujeres: 30-135 U/L	
Mioglobina	10-95 ng/mL	Daño muscular agudo
Proteína C Reactiva (PCR)	< 3 mg/L	Inflamación sistémica aguda o crónica
Cortisol (matutino)	6-23 µg/dL	Estrés metabólico y fatiga
Testosterona (total)	Hombres: 270-1070 ng/dL	Balance anabólico-catabólico; fuerza muscular
	Mujeres: 15-70 ng/dL	
Relación Testosterona/Cortisol	> 30	Indica balance favorable; menor puede indicar fatiga.
IGF-1	100-300 ng/mL	Crecimiento y recuperación muscular.
Ácido úrico	3.5-7.2 mg/dL	Estrés oxidativo y metabolismo energético.
Malondialdehído (MDA)	1-2 µmol/L	Indicador de daño por radicales libres.
Glutación (GSH/GSSG)	GSH/GSSG > 10	Capacidad antioxidante.

Fuente: Adaptado de Guyton y Hall, 2021

Los biomarcadores sanguíneos son herramientas esenciales para evaluar el impacto de las prácticas físico deportivas en la salud y el rendimiento físico. Estos indicadores, que incluyen parámetros como niveles de hemoglobina, enzimas musculares, marcadores inflamatorios, y balance de electrolitos, ofrecen información valiosa sobre el estado fisiológico del atleta y su respuesta al entrenamiento (McArdle et al., 2015).

En el deporte, el monitoreo de biomarcadores permite identificar desequilibrios metabólicos, detectar sobreentrenamiento, prevenir lesiones, y optimizar programas de entrenamiento y recuperación (McArdle et al., 2015; Fox, 2014; García-Manso et al., 1996).

Tema 1. Conceptos clave: Biología

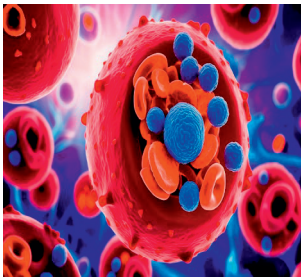
CAJA DE CONCEPTOS CLAVE	
Tejido muscular	Tejido especializado en la contracción y el movimiento, esencial para diversas funciones corporales
Posición anatómica	Posición estándar del cuerpo desde la cual se describen todas las demás posiciones y movimientos
Sistema aeróbico	Vía de metabolismo energético utilizada por el cuerpo para obtener energía a partir de nutrientes en presencia de oxígeno
Aláctico	No produce lactato como subproducto.
Proteínas de alto valor biológico:	Contienen todos los aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas para el cuerpo humano
Macronutrientes	Nutrientes esenciales que el cuerpo necesita en grandes cantidades para obtener energía y mantener funciones vitales
Biomarcador sanguíneo	Indicador biológico medible y presente en la sangre que reflejan el estado fisiológico, metabólico y de rendimiento del organismo
Glucosa	Indicador de la principal fuente de energía del cuerpo humano.

Fuente: Elaboración propia

Tema 1. Afianzando el aprendizaje: Biología

Para repasar, solucioné la siguiente actividad, donde se trabaja la comprensión lectora. Se presenta una lista de palabras que encajan en los espacios en blanco del texto. Lea detenidamente para encontrar la relación y la coherencia, tenga en cuenta que el contenido es sobre función celular, morfología del deporte, macronutrientes y micronutrientes, sistema aeróbico y anaeróbico, sistema anaeróbico y biomarcadores sanguíneos.

Lista de palabras:

Posición Anatómica	Micronutrientes		Adipocito
Sistema Aeróbico	Disacárido		Eucariotas
Sistema Inmunológico	Fotosíntesis		Macronutrientes
Anaeróbico Aláctico	Conectivo	Tejido Oseo	Músculo Cardíaco
Músculo Esquelético	Proteínas	Fructosa	Lactato
Músculo Liso	Hemoglobina	Indicador Biológico	Sostén y Postura
Carbohidrato	Vitamina A	Plano Sagital	

Fuente: Elaboración propia

Incluya las palabras en los espacios que faltan en el texto que se presenta a continuación:

1. La célula es _____ y las células pueden cambiar de nombre de acuerdo al tejido al que pertenecen, por ejemplo, la unidad funcional del tejido adiposo es el _____.
2. Tanto la célula animal como la célula vegetal son _____, sin embargo, la célula animal no cuenta con _____, que están solo las encargadas de los procesos de _____.
3. La _____ es una posición estándar, por su parte el _____ divide el cuerpo en derecha e izquierda como parte de la terminología anatómica.
4. El _____ hace parte del tejido _____, y sirve de _____ en el cuerpo humano.
5. El tejido muscular tiene 3 tipos de músculo: _____, _____ y _____.
6. Los _____ son nutrientes esenciales que el cuerpo necesita para obtener energía. No obstante, las _____, principalmente ayudan a la construcción y reparación de tejidos.
7. El azúcar presente en las frutas y la miel es denominado _____, a su vez es un _____ de tipo _____, excelente para la energía inmediata en actividades deportivas.
8. Entre los principales _____ se encuentran la _____, a su vez se encuentra en zanahorias, espinacas, huevos entre otros alimentos. Con la función de mantener la salud visual, la piel y _____.
9. El sistema _____, es aquel en el que se realiza actividad sin predominio de oxígeno y sin elevación de la producción de _____.
10. El _____ es una de las fases principales del _____, que es necesario para actividades de larga duración y baja intensidad.

11. Los _____ son indicadores biológicos presentes en la sangre que reflejan el estado fisiológico, metabólico y de rendimiento del organismo.
12. La _____ es un _____ encargado del transporte de oxígeno.

***También puedes
desarrollar la
actividad aquí***



TEMA 2. Estadística

La estadística como ciencia básica es una rama de las matemáticas, suele estar inmersa en nuestra cotidianidad, de hecho de manera inconsciente las personas tienen familiaridad con términos como porcentajes y promedios (Peña, 2003). En las noticias y medios de comunicación se divulgan continuamente datos estadísticos, por ejemplo, en tiempo de elecciones. Por tanto, se ha convertido en una ciencia necesaria para cualquier profesión, no obstante, los cálculos estadísticos básicos deben ser abordados por el entrenador deportivo, en la determinación y el análisis de las cargas de entrenamiento, la valoración de la condición física, el análisis técnico y táctico, entre otros aspectos.



La estadística es fundamental en las prácticas físico deportivas, porque permite analizar datos de rendimiento, planificar entrenamientos efectivos y tomar decisiones basadas en evidencia. A través de métricas dadas por análisis estadísticos, se pueden evaluar el progreso de las personas, identificar fortalezas/debilidades, y optimizar estrategias tanto individuales como colectivas. Además, la estadística es clave en la prevención de lesiones, ya que ayuda a monitorear cargas de trabajo y patrones de fatiga. En el ámbito competitivo, su aplicación en el estudio de rivales, predicción de resultados y valoración de tácticas aporta una ventaja significativa, convirtiéndola en una herramienta indispensable en la gestión deportiva moderna (Ortega et al., 2009).

Subtema 2.1 Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son herramientas estadísticas que identifican el valor central o representativo de un conjunto de datos. Las principales son:

2.1.1 Media

Es el promedio aritmético. Se calcula sumando todos los valores y dividiendo entre el número total de observaciones (Martinez, 2013) :

$$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{n}$$

Ejemplo: Determine la media de la variable puntos marcados en las 10 competencias, los datos se encuentran en la siguiente tabla:

Competencias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntos marcados	5	6	9	8	10	5	3	9	7	5

- **Solución**

- **Paso 1.** Sumar la cantidad de puntos de los 10 juegos:
 $5 + 6 + 9 + 8 + 10 + 5 + 3 + 9 + 7 + 5 = 67$ puntos
- **Paso 2.** Dividir la cantidad de puntos en la cantidad de juegos:

$$\frac{67}{10} = 6,7 \text{ puntos por juego}$$

Ventajas del cálculo de la media

- Utiliza toda la información de los datos, es útil para conjuntos de datos simétricos.

Desventajas del cálculo de la media

- Sensible a valores extremos.

2.1.2 Mediana

Es el valor central cuando los datos están ordenados. Si el número de observaciones es par, la mediana se calcula como el promedio de los dos valores centrales. Se calcula dependiendo si la cantidad de observaciones es impar o si es par (Martinez, 2013; Salazar y Castillo, 2018).

En caso de ser impar

$$\text{Mediana} = \frac{(N + 1)}{2}$$

Ejemplo: Determine la mediana de la variable peso en cinco practicantes de actividades físico deportivas. Los pesos de los practicantes son: 50kg 90kg 80kg 70kg 60kg

- **Solución**

- **Paso 1.** Ordenar en orden creciente:
50kg 60kg 70kg 80kg 90kg

- **Paso 2.**

$$\text{Mediana} = \frac{(N+1)}{2} = \frac{(5+1)}{2} = \frac{6}{2} = 3$$

Como la cantidad de observaciones es impar, entonces la mediana está en la tercera (3) posición, y su valor es 70 kg

En caso de ser par

$$\text{Mediana es la media de } \frac{N}{2} \text{ e } \left(\frac{N}{2} + 1 \right)$$

Ejemplo: Calcule la mediana para la variable edad (en años) de seis jugadores que realizan una actividad deportiva al aire libre. Las edades de los practicantes es:

5 6 12 9 8 7

- **Solución**

- **Paso 1.** Ordenar en orden creciente:
5 6 7 8 9 12

- **Paso 2.**

$$\frac{N}{2} = \frac{6}{2} = 3; \left(\frac{N}{2} + 1 \right) = 3 + 1 = 4$$

Como la fórmula indica que la mediana está ocupada por las posiciones 3 y 4, lo que quiere decir (valores 7 y 8)

$$\text{Mediana} = \frac{(7+8)}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ años}$$

Ventajas del cálculo de la mediana

- Resistente a valores extremos.
- Desventajas:
 - No considera todos los valores del conjunto de datos.

Estas medidas son clave para resumir datos y realizar comparaciones, ayudando a identificar patrones y tendencias en una población o muestra. La elección de la medida adecuada depende del tipo de datos y su distribución (Martínez, 2013).

2.1.3 Moda

Es el valor que aparece con mayor frecuencia. Un conjunto de datos puede ser (Martínez, 2013; Salazar y Castillo, 2018):

- Unimodal: Una sola moda.
- Bimodal: Dos modas.
- Multimodal: Más de dos modas.

Número	4	6	8	9	10	12
Frecuencia	5	10	9	8	4	5

- Solución, la moda es el 6 porque aparece con una frecuencia de 10 veces. Los otros números o valores aparecen con menos frecuencia

Número	4	6	8	9	10	12
Frecuencia	5	10	9	8	10	5

- Solución, es un caso bimodal, y las modas son el 6 y 10 porque aparecen con una frecuencia de 10 veces. Los otros números o valores aparecen con menos frecuencia

Ventajas del cálculo de la moda

- Útil para datos categóricos.

Desventajas del cálculo de la moda

- Puede no ser representativa en datos continuos, en algunos casos, no existe una moda.

Subtema 2.2 Medidas de dispersión

La variabilidad o el grado de dispersión de un conjunto de datos respecto a su medida de tendencia central. Ayudan a entender cómo se distribuyen los datos en torno a su media o mediana (Salazar y Castillo, 2018; Castro, 2019). Las principales medidas son:

2.2.1 Rango

Es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de un conjunto de datos (Field, 2024):

Ejemplo: a continuación encuentra la edad en años de los niños inscritos en un torneo de una actividad deportiva. ¿Cuál es el rango de edad de los participantes?

Número	4	6	8	9	10	12
--------	---	---	---	---	----	----

- Solución
 - $12 - 4 = 8$, por tanto el rango es de 8 años

Ventajas del cálculo del rango

- Fácil de calcular.

Desventajas del cálculo del rango

- No considera la distribución de los valores intermedios, sensible a valores extremos.

2.2.2 Varianza

Mide la dispersión promedio de los datos respecto a la media (Martinez, 2013):

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Ejemplo: Calcule la varianza para la variable edad (en años) que presenta los siguientes valores:

Valores	17	18	19	20	21
---------	----	----	----	----	----

- Solución S^2
 - **Paso 1.** Debe procederse al cálculo de la media aritmética.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{(17+18+19+20+21)}{5} = 19 \text{ años}$$

- **Paso 2.** Entonces la varianza es:

x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
17	17 - 19 = -2	4
18	18 - 19 = -1	1
19	19 - 19 = 0	0
20	20 - 19 = 1	1
21	21 - 19 = 2	4

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n} = \frac{10}{5} = 2 \text{ años}$$

Ventajas de calcular la varianza

- Usa toda la información de los datos.

Desventajas de calcular la varianza

- Las unidades están al cuadrado, lo que dificulta la interpretación directa.

2.2.3 Desviación estándar

Es la raíz cuadrada de la varianza. Representa la dispersión promedio en las mismas unidades que los datos (Martínez, 2013):

$$Sx = \sqrt{S^2_x}$$

Ejemplo: Calcule la desviación estándar de la variable número de libros en un estante, sabiendo que la varianza es de 2 libros.

$$Sx = \sqrt{S_x^2} = \sqrt{2} = 1,41 \text{ libros}$$

Ventajas de calcular la desviación estándar

- Es más interpretativa que la varianza.

Desventajas de calcular la desviación estándar

- También es sensible a valores extremos.

Las medidas de dispersión complementan a las de tendencia central para ofrecer una visión completa de los datos y ayudan a identificar la consistencia, homogeneidad o la presencia de valores atípicos en los datos (Field, 2024).

Subtema 2.3 Validez, fiabilidad y objetividad

En estadística, el tratamiento de pruebas se refiere a la evaluación de instrumentos o métodos utilizados para medir variables. Los conceptos clave son validez, fiabilidad y objetividad, que garantizan la calidad y utilidad de las pruebas (Martínez, 2013). Son conceptos clave en la evaluación de pruebas físicas para garantizar que los resultados obtenidos sean precisos y útiles.

2.3.1. Validez

La validez se refiere a la capacidad de una prueba para medir lo que pretende medir (Field, 2024). Un test es válido si se evalúa de manera precisa el atributo físico que se desea analizar (por ejemplo, fuerza, resistencia o velocidad).

Tipos de validez

- Validez de contenido: Evalúa si la prueba cubre todos los aspectos del concepto a medir.

Ejemplo: Un test físico evalúa lo que quiere evaluar. Un test de cooper para evaluar la resistencia aeróbica.

- Importancia: Garantiza que los resultados sean relevantes y útiles para la investigación o el análisis.

Ejemplo: Un cuestionario para evaluar el nuevo programa de actividad deportiva de un club y cuyas respuestas se dan en los rangos de: bueno / regular / malo; permite establecer el resultado de la percepción de los participantes del nuevo programa.

2.3.2 Fiabilidad

La fiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad de los resultados de una prueba a lo largo del tiempo o entre evaluadores (Field, 2024).

Tipos de fiabilidad

- Consistencia interna: Evalúa la coherencia entre los ítems de una prueba.

Ejemplo: Evaluar un salto en contramovimiento CMJ para saber la potencia en miembros inferiores de un grupo de deportistas.

- **Fiabilidad test-retest:** Analiza la estabilidad de los resultados al aplicar la prueba en diferentes momentos.

Ejemplo: Evaluar un salto en contramovimiento CMJ en dos momentos diferentes para saber la mejora o decrecimiento de rendimiento de un deportista o un grupo de deportistas.

La fiabilidad es importante en la medida en que se constituye en una prueba fiable, que genera resultados replicables, esenciales para la confianza en el análisis (Martínez, 2013). Lo que quiere decir que, el salto en contramovimiento CMJ del ejemplo, también evaluará la potencia en otro grupo de personas; por tanto, es una prueba que se puede replicar.

2.3.3 Objetividad

La objetividad se refiere al grado en que los resultados de una prueba están libres de sesgos o influencias subjetivas (Martínez, 2013).

- **Cómo se garantiza:**
 - Uso de procedimientos y herramientas estandarizadas.
 - Diseño de pruebas claras y fáciles de interpretar.
 - Evaluación automatizada cuando sea posible.
- **Importancia:** Asegura que los resultados sean imparciales y comparables entre diferentes contextos.

Ejemplo: Evaluar un salto en contramovimiento CMJ en un grupo de personas en las cuales una parte cuenta con zapatillas de salto y otros saltaron descalzos puede hacer perder la objetividad de la medida.

Ejemplo 2: Evaluar los pliegues cutáneos para estimar la masa grasa con dos herramientas diferentes en un grupo de personas, una parte con un adipometro caliper Slim y otra parte con un adipometro Harpenden profesional, puede hacer perder la objetividad de la medida.

2.3.4 Relación entre validez, fiabilidad y objetividad

- Una prueba debe ser fiable y objetiva para ser válida, pero una prueba puede ser fiable sin ser válida si no mide lo que debería (Field, 2024).
- Los tres conceptos son fundamentales para garantizar que las conclusiones derivadas de los datos sean sólidas y científicamente respaldadas (Field, 2024).

En resumen, el tratamiento de pruebas requiere evaluar cuidadosamente su validez, fiabilidad y objetividad, para garantizar resultados precisos, confiables y útiles. En conjunto, estas características aseguran que los test físicos sean útiles para realizar evaluaciones precisas y comparables en contextos deportivos.

Subtema 2.4 Porcentajes

El porcentaje es una forma de expresar una cantidad como una fracción de 100, representada con el símbolo % (porcentaje). Es ampliamente utilizado para comparar proporciones, medir cambios y analizar datos. A continuación se relacionan los cálculos de porcentajes básicos (Peña, 2003).

2.4.1 Calcular un porcentaje de un número

Ejemplo: Si en una clase hay 30 estudiantes y 18 son mujeres, ¿qué porcentaje son mujeres?

$$\text{Porcentaje } 30 = 100\%$$

$$18 = ?$$

Se realiza con una regla de tres que resulta al multiplicar 18 x 100 dividido por 30, lo que da como resultado 60. es decir que el porcentaje de mujeres corresponde al 60% de la clase.

2.4.2 Calcular el valor que representa un porcentaje

Ejemplo: El 25% de 200 es:

$$200 = 100\%$$

$$? = 25\%$$

Se realiza con una regla de tres que resulta al multiplicar 200 (valor) x 25 (el porcentaje que se quiere descubrir) dividido por 100%. Lo que da como resultado 50. Es decir, que 50 es el valor que se quiere conocer que corresponde al 25%.

2.4.3 Calcular el porcentaje de cambio

Ejemplo: Si un precio sube de \$50 a \$75, ¿Cuál es el porcentaje de aumento?

$$\$50 = 100\%$$

$$\$75 = ?$$

Se realiza con una regla de tres que resulta al multiplicar 75 (valor) x 100 (el porcentaje total) dividido por \$50. Lo que da como resultado 150% . Es decir, que 50% es el valor que queríamos conocer correspondiente al porcentaje de aumento.

2.4.4 Importancia del cálculo de porcentajes

- Facilitan comparaciones y análisis de datos.
- Ayudan a interpretar cambios relativos en diferentes contextos.
- Son esenciales en áreas como, estadística, actividad física, entrenamiento deportivo, rendimiento de atletas.

Tema 2. Conceptos clave: Estadística

CAJA DE CONCEPTOS CLAVE	
Medidas de tendencia central	Herramientas estadísticas que identifican el valor central o representativo de un conjunto de datos
Medidas de dispersión	Herramientas para entender cómo se distribuyen los datos en torno a medidas de tendencia central
Mediana	Valor central cuando los datos están ordenados
Varianza	Mide la dispersión promedio de los datos respecto a la media
Validez	Capacidad de una prueba para medir lo que pretende medir
Porcentaje	Expresa una cantidad como una fracción de 100, representada con el símbolo %

Fuente: Elaboración propia

Tema 2. Afianzando el aprendizaje: Estadística

Para afianzar lo visto en el Tema 2 sobre estadística, se presenta a continuación una tabla de operaciones estadísticas, para su solución, lea con atención la siguiente información:

- En la **primera columna** se hallan las operaciones a realizar
- En la **tercera columna** se encuentran las opciones de respuesta
- En la **segunda columna**, se encuentra libre y allí deberá introducir el resultado correcto y coincidente con las operaciones solicitadas.

OPERACIÓN ESTADÍSTICA	RESULTADOS	OPCIONES DE RESPUESTA
Promedio del siguiente conjunto de datos 5,5,6,6,8		8,5
Mediana del siguiente conjunto de datos 8,9,10,14,11,7,5,6,8		20
Mediana del siguiente conjunto de datos 6,9,9,14,11,7,5,6,8,13		6
Moda del siguiente conjunto de datos 2,2, 2,3,3,3,4,4,4,4,5,5,5,5,5,6,6,6,6,6,6		13
El rango del siguiente conjunto de datos 7 16 9 6 5 3		6
Si hay 50 jugadores y 10 están lesionados que porcentaje de jugadores esta lesionados		50
¿Cuál valor representa el 20% de 30?		20
Porcentaje de cambio del aumento de 6 a 8		10
10% de 200		8
Promedio del siguiente conjunto de datos 10,5,10,5,10,15,5,20		6

Fuente: Elaboración propia

*También puedes
desarrollar la
actividad aquí*



REFERENCIAS

- A Cierta Ciencia. 5 Oct 2021. ¿Qué son los tejidos? tipos y características (facil y rápido) física. [Video]. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=edwgWNg6Ja0>
- Atkins, P., & Jones, L. (2012). *Principios de química*, 5a. ed. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Azcona, Á. C. (2013). Manual de nutrición y dietética. *Departamento de Nutrición-M-008157. Madrid.*
- Biologicamente. 5 Nov 2020. Mitosis y meiosis, explicación fácil sobre sus diferencias. [Video]. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=0me8gOydg64>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2017). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Castro, E. M. (2019). Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. *Revista médica clínica las Condes*, 30(1), 50-65. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002>
- Clark, N. (2016). *La guía de nutrición deportiva de Nancy Clark*. Paidotribo.
- Cock, P.R. y Sánchez, J.D. (2018). La actividad física, el ejercicio y el deporte en los niños y adolescentes. *Medicina*, 40(3), 370-371. <https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/view/1377>
- DETODOCURIOSO. 29 May 2021. Los órganos del cuerpo humano (parte 1)/para niños. [Video]. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=oLngr6ap_10
- Escuela online. 16 ene 2019. Conceptos básicos de alimentación macro y micronutrientes (NUTRICIÓN ORTOMOLECULAR). [Video]. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=r_fkazj1jWs
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage publications limited.
- Flex Flix Teens en español. 2 Oct 2018. 5 sistemas del cuerpo humano – Biología - Educatina. [Video]. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=c-ulBhOuUwI>

- Forero, D. A., & Chand, V. (2023). *Methods in molecular biology and genetics: looking to the future*. *BMC research notes*, 16(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s13104-023-06298-y>
- Fox, S.I. (2014). *Fisiología humana*, 13a. ed. McGraw-Hill.
- García-Manso, Navarro Valdivielso, M. y Ruiz Caballero, J.A. (1996). *Planificación de entrenamiento deportivo*. Gymnos.
- Geneser y Brüel, F. y Brüel, A. (2015). *Histología*, 4ª edición. Editorial Panamericana
- Guyton y Hall. (2021). *Tratado de fisiología médica*, 14ª edición. Editorial Elsevier.
- Jeukendrup, A. y Gleeson, M. (2019). *Nutrición deportiva*. España: Ediciones Tutor, S.A.
- Latarjet, M. y Liard, A.R. (2004). *Anatomía humana* (Vol. 2). Ed. Médica Panamericana.
- López-Chicharro, J. y Fernández-Vaquero, A. (2022). *Fisiología del Ejercicio*, 4ta edición, editorial médica Panamericana S.A.
- Martinez, C. (2013). *Estadística y muestreo*, 13ra Edición. Ecoe ediciones.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. y Katch, V.L. (2015). *Fisiología del ejercicio*. Wolters Kluwer Health.
- Miyazaki, W.Y. & Orr-Weaver, T. (1994). Sister chromatid cohesion in mitosis and meiosis. *Annual review of genetics*, 28, 167-188. [10.1146/annurev.ge.28.120194.001123](https://doi.org/10.1146/annurev.ge.28.120194.001123)
- Movimiento articular. 9 Sep 2020. Posición anatomica, planos y ejes del cuerpo humano. [Video]. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=dZp4dolhuiE>
- Murialdo, R. (2019). *Biología humana*. Editorial Brujas.
- Ortega, E., Ortiz, I. M. y Artés, E. M. (2009). *Manual de Estadística Aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Diego Marín.
- Peña, J.P. (2003). Colección de problemas matemáticos para la vida. Editorial Pueblo y Educación.
- Ross, M.H. y Pawlina, W. (2013). *Histología: Texto y atlas color con biología celular y molecular*. 7ª edición, Editorial Wolters Kluwer.

- Salas-Salvadó, J., Sanjaume, A. B., Casañas, R. T., i Solà, M. E. S. y Peláez, R. B. (Eds.). (2019). *Nutrición y dietética clínica*. Elsevier Health Sciences.
- Salazar, C., & Castillo, S. D. (2018). Fundamentos básicos de estadística. Buenos aires UBA.
- Semenova, E.A., Hall, E.C.R., & Ahmetov, I.I. (2023). Genes and Athletic Performance: The 2023 Update. *Genes*, 14(6), 1235. <https://doi.org/10.3390/genes14061235>
- Solorzano Jara, S.. 15 jun 2014. Trabajo aeróbico y anaeróbico. [Video]. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=NNBgFSgrQ-I>
- Thomas, D.T., Erdman, K.A., & Burke, L.M. (2016). American College of Sports Medicine. Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Tortora, G.J. y Derrickson, B. (2014). Principios de Anatomía y Fisiología (14a. ed.). Médica Panamericana.
- Willmer, E.N. (Ed.) (2015). *Cells and tissues in culture: methods, biology and physiology*. Elsevier