

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

Héctor Iván Rivas Cun
Luis Felipe Montero Ordóñez

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

Héctor Iván Rivas Cún
Luis Felipe Montero Ordóñez



© **Héctor Iván Rivas Cun**

Docente de la Universidad Técnica de Machala

<https://orcid.org/0000-0002-5459-4698>

hrivas@utmachala.edu.

Luis Felipe Montero Ordóñez

Docente de la Universidad Técnica de Machala

<https://orcid.org/0009-0008-0628-0142>

lmontero@utmachala.edu.ec

© Editorial Grupo Compás, 2025

Guayaqui, Ecuador

www.grupocompas.com

<http://repositorio.grupocompas.com>

Primera edición, 2025-10-31

ISBN: 978-9942-53-018-9

DOI: <http://doi.org/10.48190/9789942530189>

Distribución online

 Acceso abierto

Cita

Rivas, H., Montero, L. (2025) Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte. Editorial Grupo Compás

Este libro es parte de la colección de la Univesidad Técnica de Machala y ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad de la publicación. El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Tabla de contenidos

Contenido

Introducción	6
Capítulo 1. Fundamentos fisiológicos del ejercicio en contextos educativos	9
Resumen introductorio	9
1. Introducción	9
Tabla 2. Comparación entre adaptaciones fisiológicas agudas y crónicas	12
2. Principios básicos: homeostasis, adaptación y tipos de ejercicio.....	13
2.1 Homeostasis: equilibrio dinámico	13
2.2 Adaptación fisiológica: aguda y crónica	14
2.3 Tipos de ejercicio: clasificación y efectos fisiológicos.....	15
3. Sistemas funcionales en la actividad física	18
3.1 Sistema muscular: motor del movimiento	19
3.2 Sistema cardiovascular: transporte y regulación ...	19
3.3 Sistema respiratorio: oxigenación y equilibrio ácido-base	20
3.4 Sistema nervioso: coordinación y control	21
3.5 Sistema endocrino: comunicación química.....	21
4. Aplicación didáctica: cómo enseñar estos fundamentos en clases prácticas.....	23
4.1 Del aula a la cancha: articulación teoría-práctica...	23
4.2 Diversidad corporal y planificación inclusiva	25
4.3 Aprender fisiología desde la experiencia	26
4.4 Recursos y formatos para la enseñanza activa	26
Glosario.....	28

Capítulo 2: Energía y musculatura: saber enseñar lo que mueve el cuerpo	31
Resumen introductorio	31
1. Metabolismo energético: sistemas y tipos de esfuerzo	32
1.2 El sistema de fosfágenos: el arranque explosivo ...	33
1.3 El sistema glucolítico anaeróbico: la potencia sostenida	34
1.4 El sistema aeróbico: la autopista de largo recorrido	35
1.5 Interacción de los sistemas: una ciudad dinámica	35
1.6 Aplicación práctica en el aula	36
1.7 El metabolismo y la prevención de lesiones	37
Reflexión final de esta sección	37
2. Fisiología del músculo: tipos de fibras y formas de contracción	38
2.1 Tipos de fibras musculares: una fábrica con dos grandes turnos	38
Fibras tipo I: la constancia en movimiento	39
Fibras tipo II: la explosión en segundos	40
2.3 Relación de los tipos de fibras y formas de contracción con disciplinas deportivas escolares	42
2.4 Sugerencia didáctica para el aula: actividad de experimentación	44
2.5 Importancia de explicar la diversidad muscular en contextos escolares	45
Reflexión final de la sección	46
3. Cansancio y recuperación: ¿cómo lo explicamos en clase?	46
3.1 Anécdota de aula: la carrera de relevos que terminó en lección	47

3.2 Análisis: ¿qué ocurre en el cuerpo durante el cansancio?	48
3.3. ¿Cómo explicar la recuperación en términos sencillos?	49
3.4 Recursos visuales para explicar la fatiga y la recuperación	51
3.5 ¿Cómo trabajar el cansancio y la recuperación en clase?	52
3.6 Actividad práctica sugerida: "Detectives de la recuperación"	53
4. Aplicación didáctica: estrategias para enseñar sobre energía y musculatura	55
Capítulo 3: El corazón, los pulmones y el control fisiológico del ejercicio	62
Resumen introductorio	62
1. Respuestas del sistema cardiovascular y respiratorio al ejercicio	63
Ajustes cardiovasculares ante el ejercicio	63
Ajustes respiratorios durante el ejercicio	64
Redistribución del flujo sanguíneo	66
El fenómeno de la deuda de oxígeno	66
Control nervioso de la respuesta ventilatoria	67
Diferencias en la respuesta: ejercicio de resistencia vs ejercicio de fuerza	67
La importancia del calentamiento en las respuestas fisiológicas	68
2. Parámetros fisiológicos clave para la enseñanza deportiva	70
2.1 ¿Qué parámetros observar y enseñar?	70
2.2 Tabla explicativa de parámetros fisiológicos	71
2.3 Ejemplos aplicados por nivel escolar	72
2.4 Reflexión pedagógica: enseñar desde el cuerpo ..	75

3. Regulación neuroendocrina: lo que pasa “por dentro” y cómo explicarlo	76
3.1 El cerebro como centro de control: inicio de la respuesta al ejercicio.....	77
3.2 La respuesta endocrina: hormonas al rescate	77
3.3 Un ejemplo corporal: el sprint de los 100 metros ..	78
3.4 Sugerencia de recurso: video interactivo	79
3.5 La importancia del control en el ejercicio	80
3.6 Analogía extendida: la ciudad en movimiento	81
3.7 Aplicaciones pedagógicas: enseñar desde dentro	81
4. Aplicación didáctica: actividades prácticas para enseñar sobre la función cardiorrespiratoria.....	82
4.1 Actividad dirigida: "Conociendo mi pulso"	83
4.2 Simulación de prueba: "Mi primer test de esfuerzo"	84
4.3 Bitácora de observación cardiorrespiratoria	86
4.4 Diseño de proyectos didácticos a partir de los datos obtenidos.....	87
4.5 Sugerencias para adaptaciones inclusivas.....	88
4.6 Reflexión final: educar el cuerpo y la mente.....	88
Glosario.....	90
Referencias bibliográficas	93
Datos de autores	96

Introducción

La fisiología del ejercicio ha dejado de ser un conocimiento exclusivo de laboratorios biomédicos para convertirse en una herramienta esencial en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Educación Física y el Deporte. En el contexto de la formación docente, comprender los principios fisiológicos que rigen el movimiento humano no solo fortalece el saber científico del futuro profesional, sino que también le permite traducir ese conocimiento en experiencias significativas para sus estudiantes. Este libro nace, precisamente, del deseo de tender un puente entre la ciencia fisiológica y la práctica pedagógica, ofreciendo una guía accesible, contextualizada y motivadora para enseñar cómo funciona el cuerpo durante el ejercicio físico.

El objetivo general de esta obra es desarrollar una comprensión aplicada y didáctica de los fundamentos de la fisiología del ejercicio, orientada a la formación de estudiantes en Pedagogía del Deporte, mediante estrategias que integren conocimientos científicos, experiencias educativas y herramientas prácticas para la enseñanza. Cada capítulo ha sido diseñado con una clara intención formativa: llevar al lector a una reflexión crítica sobre los procesos corporales que se activan durante la actividad física y, al mismo tiempo, dotarlo de recursos concretos para transmitir estos saberes en contextos escolares y deportivos reales.

La estructura del libro responde a una lógica progresiva, que acompaña al lector desde los fundamentos generales hasta las aplicaciones específicas. En el **Capítulo 1: Fundamentos fisiológicos del ejercicio en contextos educativos**, se analizan los principios esenciales como la homeostasis, la adaptación y la integración sistémica del movimiento humano, con un fuerte énfasis en cómo enseñar estos contenidos desde una mirada pedagógica. El **Capítulo 2: Energía y musculatura: saber enseñar lo que mueve el cuerpo**, se adentra en los sistemas energéticos y musculares,

explorando las formas de contracción, los tipos de fibras y las relaciones didácticas que permiten convertir cada clase de educación física en un laboratorio corporal. Finalmente, el **Capítulo 3: El corazón, los pulmones y el control fisiológico del ejercicio**, ofrece una mirada integral a los sistemas cardiovascular, respiratorio y neuroendocrino, articulando estos conocimientos con estrategias activas de enseñanza como la gamificación, el uso de tecnologías móviles y el aprendizaje vivencial.

Este libro no es un manual teórico al uso. Se trata de una guía didáctica con un enfoque pedagógico aplicado. Por ello, sus principales **características pedagógicas** incluyen:

- **Vinculación constante entre teoría y práctica:** cada contenido fisiológico se presenta acompañado de ejemplos escolares, experiencias reales y sugerencias metodológicas.
- **Uso de metáforas, esquemas y narrativas corporales:** para facilitar la comprensión de conceptos complejos a través de un lenguaje claro, visual y cercano al estudiante.
- **Actividades prácticas y recursos para el aula:** se incluyen propuestas de juegos, dinámicas, evaluaciones formativas y estrategias participativas que permiten integrar la fisiología en el día a día de la docencia.
- **Inclusión, diversidad y enfoque reflexivo:** se destaca la importancia de reconocer las diferencias individuales en las respuestas al ejercicio y se promueve una enseñanza situada, crítica y respetuosa del cuerpo y sus procesos.

Al recorrer estas páginas, el lector no solo adquirirá herramientas para enseñar fisiología del ejercicio, sino que también será invitado a vivenciarla, a experimentar con su propio cuerpo, a observar las señales del movimiento y a transformar esos aprendizajes en oportunidades para una docencia más consciente, científica y transformadora.

Capítulo 1. Fundamentos fisiológicos del ejercicio en contextos educativos

Resumen introductorio

Este capítulo sienta las bases conceptuales y científicas para comprender cómo funciona el cuerpo humano durante el ejercicio físico, con énfasis en su aplicación educativa. Se exploran principios clave de la fisiología como la homeostasis, la adaptación al esfuerzo, la respuesta sistémica del organismo y los efectos del entrenamiento sobre los diferentes sistemas del cuerpo. A lo largo del capítulo, se presentan estrategias pedagógicas para que estos contenidos puedan ser enseñados de manera significativa, contextualizada y participativa en entornos escolares y deportivos. A través de esquemas, ejemplos prácticos y recursos didácticos, se busca que el futuro docente comprenda la fisiología no solo como una ciencia del cuerpo, sino como una herramienta para enriquecer su práctica educativa.

1. Introducción

En los escenarios contemporáneos de formación docente, el conocimiento fisiológico ha adquirido un rol estratégico para dotar al profesional de Educación Física de herramientas científicas que orienten sus decisiones pedagógicas. Lejos de ser un saber puramente biomédico, la fisiología del ejercicio se inserta como un lenguaje transversal que permite comprender cómo reacciona y se adapta el cuerpo humano ante diferentes estímulos motrices. Este conocimiento no solo contribuye a la salud y el rendimiento, sino que también enriquece la reflexión pedagógica al momento de diseñar, adaptar o implementar situaciones de aprendizaje activas.

Tabla 1. Aportes de la fisiología del ejercicio en la formación docente

Área de impacto	Ejemplo práctico	Beneficio didáctico
Salud	Control de esfuerzo	Prevención de lesiones
Motivación	Reconocimiento de señales corporales	Mayor adherencia a la actividad física
Evaluación	Medición de frecuencia cardíaca	Autoevaluación y seguimiento del progreso

Fuente: elaboración propia

Nota: Relación entre los ámbitos pedagógicos y los aportes fisiológicos más relevantes para la enseñanza.

Uno de los desafíos actuales en la enseñanza universitaria de la fisiología del ejercicio es superar una mirada reduccionista y memorística, para dar paso a una comprensión crítica, situada y funcional. Como señalan de Oliveira et al. (2022), cuando se articulan las clases prácticas con modelos didácticos participativos, se logra una mejora significativa en la comprensión de conceptos cardiovasculares y su relación con la actividad física. En esta línea, las clases no deben presentarse como espacios de reproducción de contenidos, sino como momentos de exploración del propio cuerpo en movimiento, en donde el estudiante pueda vincular la teoría con sus propias experiencias corporales.

Este enfoque integrador también es respaldado por estudios como el de Wong et al. (2023), donde se evidenció que la utilización de aplicaciones móviles para guiar programas de ejercicio físico facilita el aprendizaje autónomo de los principios fisiológicos. La clave de esta experiencia radica en que el estudiante no solo observa o repite una serie de movimientos, sino que comprende, mide y reflexiona sobre sus respuestas corporales, dando sentido al conocimiento desde su vivencia.

En el contexto escolar y formativo, la fisiología del ejercicio también encuentra su lugar como una herramienta para la inclusión, la diversidad y la comprensión de la corporalidad desde múltiples perspectivas. La investigación de Pérez-Samaniego et al. (2011) sugiere que la narrativa como estrategia permite a los estudiantes comprender los significados que las personas asignan a la actividad física y al cuerpo. Este hallazgo refuerza la idea de que enseñar fisiología no debe restringirse a fórmulas y gráficos, sino que puede articularse con relatos personales, estudios de caso y aproximaciones socioculturales al cuerpo.

Además, en contextos escolares, donde se busca cada vez más vincular la actividad física con el desarrollo integral, los fundamentos fisiológicos son esenciales para comprender procesos como la adaptación al ejercicio, la relación entre la actividad física y el rendimiento académico, o la interpretación de señales fisiológicas que puedan indicar sobrecarga o fatiga. Sember et al. (2020) demostraron, a través de un meta-análisis, un efecto positivo –aunque pequeño– de la actividad física sobre el rendimiento académico, lo que refuerza la necesidad de entender y enseñar estas interacciones de manera rigurosa y crítica.

Tabla 2. Comparación entre adaptaciones fisiológicas agudas y crónicas

Sistema	Adaptaciones agudas	Adaptaciones crónicas
Cardiovascular	Aumento de la frecuencia cardíaca (FC)	Mayor volumen sistólico en reposo
Muscular	Reclutamiento motor inmediato	Hipertrofia muscular progresiva
Respiratorio	Incremento de la ventilación	Mayor capacidad aeróbica

Fuente: Elaboración propia

Nota: Resumen comparativo de los cambios fisiológicos a corto y largo plazo durante el ejercicio.

Entender la fisiología del ejercicio es también comprender la diversidad. El estudio longitudinal de Forså et al. (2023) sobre las diferencias morfofuncionales entre jóvenes atletas de ambos sexos destaca la importancia de contemplar las particularidades del desarrollo físico en la programación didáctica. Este enfoque implica que los docentes en formación no solo dominen los conceptos de carga, recuperación o metabolismo, sino que además reconozcan las características individuales de sus estudiantes, adaptando la enseñanza a realidades corporales diversas y en constante transformación.

Todo esto plantea la urgencia de repensar cómo se enseña la fisiología del ejercicio en los programas de formación docente. No se trata de reproducir manuales o memorizar sistemas corporales, sino de vivenciar, analizar y aplicar el conocimiento científico en contextos educativos reales. Como parte de esa vivencia, los futuros docentes deben desarrollar la capacidad de observar el cuerpo en acción, identificar respuestas fisiológicas y traducirlas en decisiones

pedagógicas significativas. Esta habilidad, fundamental para una enseñanza reflexiva y profesional, solo puede lograrse si el conocimiento fisiológico se aborda como una construcción cultural, situada y pedagógica.

Este capítulo se propone abordar esa necesidad desde un enfoque didáctico y aplicado. En primer lugar, se presentarán los principios fisiológicos básicos que sustentan el ejercicio físico (homeostasis, adaptación, tipos de ejercicio), para luego profundizar en los sistemas funcionales que intervienen activamente en la actividad física (muscular, cardiovascular, respiratorio, nervioso y endocrino). Finalmente, se propondrán estrategias didácticas para enseñar estos fundamentos en contextos escolares, con énfasis en la conexión entre teoría y práctica, el aprendizaje activo, y la reflexión crítica sobre el cuerpo y el movimiento.

2. Principios básicos: homeostasis, adaptación y tipos de ejercicio

En el estudio del ejercicio físico desde una perspectiva pedagógica, comprender los principios fisiológicos básicos permite sustentar prácticas educativas más conscientes y fundamentadas. En esta sección abordaremos tres ejes que constituyen el andamiaje fisiológico del movimiento humano: la homeostasis, la adaptación al ejercicio, y la clasificación funcional de los tipos de ejercicio. Su comprensión no solo aporta al saber del docente, sino que también permite construir experiencias de aprendizaje corporalmente significativas para los estudiantes.

2.1 Homeostasis: equilibrio dinámico

La homeostasis puede definirse como la capacidad del cuerpo para mantener un entorno interno estable ante los cambios del entorno externo. Este equilibrio no es estático, sino que implica un conjunto de ajustes dinámicos que involucran múltiples sistemas (nervioso, endocrino,

respiratorio, cardiovascular) para garantizar la funcionalidad orgánica. Al realizar actividad física, la homeostasis se ve temporalmente alterada, lo que desencadena una cascada de respuestas fisiológicas que buscan restablecer el equilibrio.

Durante el ejercicio físico, por ejemplo, se incrementa la frecuencia cardíaca y la ventilación pulmonar, se redistribuye el flujo sanguíneo hacia los músculos activos y se produce un aumento en la temperatura corporal. Todos estos cambios responden a mecanismos de regulación homeostática que buscan satisfacer las demandas energéticas del esfuerzo y garantizar la supervivencia del organismo frente al estrés fisiológico.

La enseñanza de este concepto en la formación docente requiere vincularlo con experiencias corporales reales. Como lo demuestra Oliveira et al. (2022), los estudiantes comprenden mejor los mecanismos cardiovasculares cuando pueden observar en sí mismos los efectos de la actividad física sobre parámetros como la frecuencia cardíaca o la sudoración. Actividades simples como tomar el pulso antes y después de correr, o comparar la recuperación en distintas intensidades, permiten traducir un concepto abstracto en una vivencia concreta y reflexiva.

2.2 Adaptación fisiológica: aguda y crónica

La adaptación fisiológica al ejercicio es otro principio clave para la planificación didáctica en Educación Física. Consiste en los cambios funcionales, estructurales y metabólicos que ocurren en el cuerpo como consecuencia de la exposición regular a estímulos físicos. Estas adaptaciones pueden clasificarse como agudas –ocurren durante o inmediatamente después del ejercicio– y crónicas –desarrolladas a lo largo del tiempo con la práctica sistemática–.

Entre las adaptaciones agudas más evidentes están el aumento de la frecuencia respiratoria, la dilatación de los vasos sanguíneos en los músculos activos y la activación del sistema simpático. Por otro lado, las adaptaciones crónicas incluyen el aumento del volumen sistólico, la hipertrofia muscular, la mejora en la capacidad aeróbica y la eficiencia neuromuscular.

Estas adaptaciones no ocurren de manera uniforme. El estudio longitudinal de Forså et al. (2023) destaca diferencias significativas en las respuestas cardíacas entre hombres y mujeres jóvenes atletas, lo que enfatiza la necesidad de considerar el sexo, la edad, el nivel de entrenamiento y otros factores individuales al enseñar estos procesos. Esta comprensión debe integrarse en el diseño de actividades físicas diferenciadas en el aula, permitiendo una evaluación realista de los progresos y limitaciones de cada estudiante.

Asimismo, Wong et al. (2023) evidencian que la implementación de tecnologías de seguimiento fisiológico durante la actividad física, como aplicaciones móviles, no solo permite al estudiante monitorear sus progresos, sino que también refuerza la comprensión de los procesos adaptativos. La posibilidad de visualizar su rendimiento en tiempo real facilita la apropiación del conocimiento fisiológico y motiva una participación más activa y consciente.

2.3 Tipos de ejercicio: clasificación y efectos fisiológicos

Para efectos didácticos, es fundamental comprender y enseñar los distintos tipos de ejercicio y su relación con las respuestas fisiológicas. Desde una perspectiva funcional, los ejercicios se clasifican comúnmente en aeróbicos, anaeróbicos, de fuerza, de flexibilidad y de coordinación. Esta categorización permite prever qué sistemas del cuerpo

se activan prioritariamente en cada tipo de actividad y cuáles son los efectos fisiológicos esperados.

- **Ejercicio aeróbico:** involucra grandes grupos musculares de forma rítmica y sostenida en el tiempo (correr, nadar, montar bicicleta). Su principal característica es que utiliza el oxígeno como fuente energética y mejora la capacidad cardiorrespiratoria.
- **Ejercicio anaeróbico:** se realiza en esfuerzos intensos y de corta duración (sprints, levantamiento de pesas). No requiere oxígeno inmediato, utiliza vías metabólicas rápidas, y genera adaptaciones musculares y metabólicas específicas.
- **Ejercicio de fuerza:** promueve el desarrollo de la masa muscular y la potencia. Sus efectos incluyen hipertrofia, aumento de la densidad ósea y mejora de la coordinación neuromuscular.
- **Ejercicio de flexibilidad:** incrementa la amplitud de movimiento articular, reduce el riesgo de lesiones y favorece la recuperación muscular.
- **Ejercicio coordinativo:** integra sistemas sensoriales, motores y cognitivos, y es fundamental para el desarrollo de habilidades motrices en la infancia.

Tabla 3. Clasificación funcional de tipos de ejercicio y sistemas fisiológicos implicados

Tipo de ejercicio	Descripción breve	Sistema principal implicado	Ejemplo práctico
Aeróbico	Actividad rítmica, sostenida y moderada	Cardiorrespiratorio	Correr, nadar, montar bicicleta
Anaeróbico	Actividad intensa y breve	Muscular y sistema láctico	Sprint, levantamiento de pesas
Fuerza	Trabajo contra una resistencia externa	Muscular-esquelético	Sentadillas con peso
Flexibilidad	Estiramientos para aumentar amplitud articular	Articular y neuromuscular	Yoga, elongación estática
Coordinación	Integración sensoriomotora y control postural	Nervioso central y propioceptivo	Juegos de equilibrio, malabares

Fuente: Elaboración propia

Nota: Relación entre los tipos de ejercicio, el sistema fisiológico más comprometido y ejemplos que facilitan su comprensión didáctica.

La enseñanza de estos contenidos debe ir más allá de la exposición teórica. En el estudio de Sember et al. (2020), se resalta que los beneficios del ejercicio sobre el rendimiento académico están mediados por el tipo de actividad implementada y su frecuencia. Por tanto, enseñar fisiología desde los tipos de ejercicio también implica formar al futuro

docente para seleccionar, dosificar y adaptar las actividades según los objetivos pedagógicos y las características del grupo.

Una estrategia efectiva para lograr esta comprensión es el diseño de estaciones prácticas en las que los estudiantes experimenten distintas formas de ejercicio y analicen sus respuestas corporales. Por ejemplo, registrar la frecuencia cardíaca tras una caminata ligera y compararla con la obtenida tras una serie de sprints permite observar el impacto diferencial de cada modalidad. A su vez, la reflexión guiada sobre estas experiencias fomenta un aprendizaje situado, tal como proponen Pérez-Samaniego et al. (2011), al destacar que la narrativa corporal es una vía potente para resignificar el cuerpo y el conocimiento.

Finalmente, es necesario reforzar el criterio didáctico que orienta la selección de los tipos de ejercicio en función de los objetivos formativos: desarrollo de la salud, mejora del rendimiento, inclusión, o fortalecimiento de habilidades motrices. Esta selección debe estar fundamentada en la comprensión de los principios fisiológicos y no en intuiciones o prácticas heredadas.

3. Sistemas funcionales en la actividad física

La actividad física activa múltiples sistemas corporales que, lejos de funcionar de forma aislada, operan de manera integrada para sostener el movimiento, responder al esfuerzo y permitir la recuperación. En esta sección se abordarán los principales sistemas funcionales implicados en el ejercicio: muscular, cardiovascular, respiratorio, nervioso y endocrino. Entender su participación no solo permite planificar con fundamento científico, sino también enseñar con mayor claridad los efectos del movimiento sobre el cuerpo humano.

3.1 Sistema muscular: motor del movimiento

El sistema muscular es el protagonista de la ejecución motriz. Está conformado por tejidos especializados que permiten la contracción y, por tanto, el desplazamiento del cuerpo. Desde una perspectiva funcional, el músculo responde al estímulo nervioso mediante la contracción, generando fuerza y movimiento. Durante el ejercicio, el tipo de fibra muscular predominante (lenta o rápida) condiciona el rendimiento en actividades aeróbicas o anaeróbicas, respectivamente.

Además, el entrenamiento genera adaptaciones estructurales como la hipertrofia (crecimiento del tamaño de las fibras musculares), el aumento de la eficiencia neuromuscular y mejoras en la coordinación intra e intermuscular. Estas adaptaciones son esenciales para el desarrollo de la fuerza, la potencia y la resistencia.

Desde el punto de vista didáctico, la enseñanza del sistema muscular se beneficia del uso de esquemas visuales, simulaciones interactivas y experiencias prácticas como la realización de contracciones isométricas y dinámicas. Relacionar estas experiencias con actividades cotidianas o deportivas permite al estudiante comprender cómo los distintos grupos musculares se activan en función de la tarea motriz.

3.2 Sistema cardiovascular: transporte y regulación

El sistema cardiovascular cumple funciones vitales durante el ejercicio: transportar oxígeno y nutrientes a los músculos activos, retirar desechos metabólicos, y colaborar en la regulación térmica del organismo. Está conformado por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre.

Durante la actividad física se incrementan la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico, lo que conlleva un aumento

del gasto cardíaco. A su vez, se redistribuye el flujo sanguíneo hacia los músculos, disminuyendo el aporte en órganos no prioritarios durante el esfuerzo (como el sistema digestivo). Estas respuestas son moduladas por el sistema nervioso autónomo, principalmente a través del tono simpático.

Según el estudio de Oliveira et al. (2022), los estudiantes que participaron en clases prácticas con monitoreo de parámetros cardiovasculares evidenciaron un aumento significativo en la comprensión de estos mecanismos. Esta evidencia respalda la necesidad de incorporar recursos interactivos como pulsómetros, test de recuperación o gráficos de carga cardíaca para visualizar de forma directa la respuesta cardiovascular al ejercicio.

3.3 Sistema respiratorio: oxigenación y equilibrio ácido-base

El sistema respiratorio tiene como función principal el intercambio gaseoso, es decir, la captación de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono. Este proceso se intensifica durante el ejercicio, donde se incrementa la frecuencia y profundidad respiratoria para satisfacer las demandas metabólicas elevadas.

Durante el esfuerzo, también se activa el sistema buffer, que ayuda a mantener el equilibrio ácido-base del cuerpo ante la acumulación de ácido láctico. Esta capacidad de regulación es un claro ejemplo del carácter homeostático del organismo ante el desafío fisiológico que representa la actividad física.

Desde la perspectiva pedagógica, visualizar cómo cambia la respiración en diferentes tipos de ejercicio (continuo, intermitente, en reposo activo) es una oportunidad para enseñar fisiología de forma vivencial. Además, permite introducir al estudiante en conceptos complejos como el

VO₂ máximo, la ventilación minuto o el umbral anaeróbico, desde su propia experiencia corporal.

3.4 Sistema nervioso: coordinación y control

El sistema nervioso central y periférico constituye el eje de control y regulación de todas las funciones corporales. Durante el ejercicio, coordina el reclutamiento de unidades motoras, regula el equilibrio y la postura, y modula la respuesta hormonal mediante su interacción con el sistema endocrino.

En la práctica motriz, el sistema nervioso permite la toma de decisiones rápidas, el aprendizaje motor y la automatización de patrones de movimiento. La plasticidad neuronal, estimulada por la actividad física regular, favorece el desarrollo de habilidades cognitivas, como la atención, la memoria y la planificación.

Sember et al. (2020) enfatizan que el ejercicio físico tiene efectos positivos no solo sobre el cuerpo, sino también sobre el rendimiento académico, lo cual puede explicarse por los beneficios neurológicos del movimiento. Esta información puede ser clave para que los docentes en formación comprendan la importancia de incorporar momentos de movimiento activo en la rutina escolar, no solo como pausa, sino como estrategia para potenciar los aprendizajes.

3.5 Sistema endocrino: comunicación química

El sistema endocrino participa activamente en la respuesta al ejercicio a través de la secreción de hormonas que regulan procesos energéticos, la adaptación al esfuerzo y la recuperación. Entre las hormonas más relevantes en el contexto del ejercicio se encuentran la adrenalina, el cortisol, la insulina, las endorfinas y la hormona del crecimiento.

Durante la actividad física, el sistema endocrino regula la disponibilidad de energía, promueve la movilización de sustratos energéticos y participa en la homeostasis post-ejercicio. La liberación de endorfinas, por ejemplo, explica la sensación de bienestar asociada a la práctica de ejercicio prolongado o placentero, fenómeno que puede utilizarse como recurso motivacional en las clases.

A nivel pedagógico, el sistema endocrino suele ser uno de los más abstractos para los estudiantes, por lo que es recomendable apoyarse en diagramas, infografías y estudios de caso. La comparación de estados antes y después del ejercicio (energía, ánimo, fatiga) puede ser una forma accesible de introducir estos conceptos complejos.

Tabla 4. Interacción de sistemas funcionales durante la actividad física

Sistema funcional	Rol durante el ejercicio	Manifestación observable
Muscular	Ejecuta el movimiento	Contracción, fuerza, fatiga
Cardiovascular	Transporta oxígeno y nutrientes	Aumento de frecuencia cardíaca
Respiratorio	Capta oxígeno y elimina CO ₂	Aumento de frecuencia respiratoria
Nervioso	Coordina y regula las acciones	Reacción rápida, equilibrio, control
Endocrino	Regula energía y adaptación	Sudoración, liberación de adrenalina

Fuente: Elaboración propia

Nota: Visualización integrada del funcionamiento simultáneo de los sistemas fisiológicos más relevantes durante el esfuerzo físico.

4. Aplicación didáctica: cómo enseñar estos fundamentos en clases prácticas

La fisiología del ejercicio, más allá de ser una disciplina científica, debe ser abordada en la formación docente como un saber situado, aplicable y reflexivo. Enseñarla implica no solo transmitir conocimientos, sino generar experiencias significativas que permitan al futuro docente comprender los procesos fisiológicos en su propio cuerpo y en el de sus estudiantes, reconociendo la diversidad, la progresión y los contextos reales de enseñanza.

4.1 Del aula a la cancha: articulación teoría-práctica

Uno de los errores más frecuentes en la enseñanza de contenidos fisiológicos es su presentación desarticulada del contexto motor. Explicaciones extensas en aulas cerradas, sin conexión con la experiencia física directa, suelen generar una percepción de dificultad y desmotivación. Para contrarrestarlo, es fundamental adoptar estrategias de transposición didáctica que trasladen los conceptos teóricos al cuerpo en movimiento.

Wong et al. (2023) propusieron un enfoque centrado en la actividad práctica asistida por aplicaciones móviles, que permitió a los estudiantes monitorear sus variables fisiológicas en tiempo real durante la clase. Esta experiencia no solo aumentó la comprensión conceptual, sino también la percepción de relevancia del contenido para su futura práctica docente. El uso de herramientas tecnológicas como pulsómetros, sensores de movimiento, aplicaciones de registro de frecuencia cardíaca o test de recuperación funcional constituye una oportunidad valiosa para integrar la tecnología con el aprendizaje corporal.

Una clase de fisiología del ejercicio puede organizarse como una secuencia que articula:

- Un momento inicial de exploración corporal, donde se proponga un desafío motor (ej. saltar durante 30 segundos, caminar en diferentes superficies, realizar un sprint).
- Un registro fisiológico guiado, en el que los estudiantes midan parámetros como pulso, percepción del esfuerzo (RPE), sudoración, o frecuencia respiratoria.
- Una discusión colectiva, en la que se vinculen esas observaciones con conceptos clave (homeostasis, adaptación, tipo de esfuerzo, sistemas funcionales).
- Una síntesis visual, como el diseño de esquemas o la construcción de infografías colaborativas.

Tabla 5. Secuencia didáctica para enseñar fundamentos fisiológicos en clases prácticas

Etapas de clase	Acción propuesta	Propósito pedagógico
Activación	Propuesta de desafío motor	Despertar el cuerpo y generar preguntas
Exploración	Realización del ejercicio	Vivenciar sensaciones y respuestas fisiológicas
Registro	Medición de parámetros (FC, sudoración, etc.)	Relacionar experiencia con indicadores reales
Análisis	Discusión guiada en grupo	Comprender los conceptos desde lo vivido

Síntesis	Diseño de esquema o relato reflexivo	Fijar el aprendizaje desde lo corporal
----------	---	---

Fuente: Elaboración propia

Nota: Modelo de secuencia didáctica activa para articular teoría y práctica en la enseñanza de contenidos fisiológicos.

4.2 Diversidad corporal y planificación inclusiva

Enseñar fisiología del ejercicio en contextos escolares exige reconocer las diferencias individuales en las respuestas corporales al movimiento. Factores como el sexo, la edad, el nivel de condición física, el contexto social y la presencia de condiciones crónicas influyen en cómo se adapta cada persona al ejercicio.

El estudio de Forså et al. (2023) evidenció que los corazones de adolescentes deportistas masculinos y femeninos presentan adaptaciones diferentes, tanto en tamaño como en funcionalidad, lo cual obliga a considerar estas particularidades al momento de enseñar y evaluar. En la práctica docente, esto se traduce en la necesidad de diseñar actividades que permitan diferentes niveles de intensidad y complejidad, fomentar la autoevaluación fisiológica y utilizar indicadores individuales de progreso en lugar de comparaciones homogéneas.

La evaluación fisiológica no debe centrarse exclusivamente en el rendimiento, sino también en el conocimiento corporal, la conciencia del esfuerzo, y la toma de decisiones informadas sobre la práctica motriz. Por ejemplo, una secuencia didáctica sobre la adaptación al esfuerzo podría implicar que cada estudiante lleve un diario de entrenamiento donde registre su evolución, sensaciones, recuperaciones y ajustes.

4.3 Aprender fisiología desde la experiencia

Pérez-Samaniego et al. (2011) destacaron el valor de la narrativa como estrategia para enseñar contenidos relacionados con el cuerpo y el movimiento. Aplicado a la fisiología, este enfoque permite que los estudiantes construyan historias de aprendizaje a partir de sus vivencias corporales: cuándo sintieron fatiga por primera vez, qué sintieron al superar un desafío físico, cómo reaccionó su cuerpo ante un cambio en la rutina.

Incluir relatos, diarios corporales o estudios de caso vivenciales en las clases de fisiología permite consolidar los conceptos de forma significativa. En lugar de estudiar “la frecuencia cardíaca máxima teórica”, se puede invitar al estudiante a describir cómo sintió su corazón durante una situación de esfuerzo, compararlo con una medida objetiva, y reflexionar sobre sus niveles de recuperación.

A su vez, diseñar actividades en donde los estudiantes enseñen a otros los fundamentos aprendidos (por ejemplo, a compañeros de otra carrera o a niños de una escuela) favorece la consolidación de conocimientos desde una perspectiva pedagógica activa. Esta estrategia, conocida como “enseñanza entre pares”, refuerza la comprensión conceptual y promueve la habilidad de traducir el saber técnico en un lenguaje claro y aplicable.

4.4 Recursos y formatos para la enseñanza activa

En el ámbito formativo, es importante diversificar los recursos y formatos con los que se aborda la fisiología. Algunas propuestas incluyen:

- **Laboratorios móviles:** crear estaciones con actividades fisiológicas simples (ej. salto vertical, carrera de 6 minutos, test de Ruffier) acompañadas de registros y análisis inmediato.

- **Visualizaciones interactivas:** utilizar videos, simuladores o animaciones para ilustrar el funcionamiento de sistemas funcionales y sus interacciones.
- **Juegos didácticos:** gamificar la evaluación fisiológica con retos, tarjetas de conceptos, ruletas de preguntas o trivias por equipos.
- **Mapas corporales:** pedir a los estudiantes que representen gráficamente en su cuerpo dónde sienten la fatiga, cómo respiran, qué músculos se activan en diferentes movimientos.
- **Autoexperimentos:** proponer pequeñas investigaciones personales, como comparar la frecuencia cardíaca matutina en días de descanso y actividad, o registrar las sensaciones de esfuerzo con distintos tipos de música.

Todas estas estrategias apuntan a un mismo objetivo: construir un aprendizaje corporalmente anclado, científicamente fundamentado y pedagógicamente transferible.

Glosario

Adaptación fisiológica

Cambios que realiza el cuerpo cuando se expone regularmente al ejercicio. Pueden ser inmediatos (agudos) o desarrollarse con el tiempo (crónicos).

Aeróbico (ejercicio)

Actividad de alta intensidad y corta duración que no utiliza oxígeno de forma inmediata. Ejemplo: sprints, levantamiento de pesas.

Anaeróbico (ejercicio)

Actividad de alta intensidad y corta duración que no utiliza oxígeno de forma inmediata. Ejemplo: sprints, levantamiento de pesas.

Ciclo de respuesta fisiológica

Conjunto de cambios que ocurren en el cuerpo durante y después del ejercicio, buscando mantener el equilibrio interno.

Endorfinas

Hormonas que produce el cuerpo durante el ejercicio y que generan sensaciones de bienestar, reduciendo el dolor y el estrés.

Frecuencia cardíaca

Número de veces que el corazón late por minuto. Es un indicador del esfuerzo físico y del nivel de recuperación.

Homeostasis

Capacidad del cuerpo para mantener estable su medio interno, incluso cuando cambia el entorno o se realiza actividad física.

Hormona

Sustancia química producida por el cuerpo que actúa como mensajera, regulando procesos como el crecimiento, la energía o el estado de ánimo.

Hipertrofia muscular

Aumento del tamaño de los músculos como resultado del entrenamiento de fuerza.

Oxigenación

Proceso mediante el cual el oxígeno llega desde los pulmones a los músculos y órganos a través de la sangre.

Pulso

Expansión rítmica de las arterias causada por los latidos del corazón, que puede sentirse en puntos del cuerpo como la muñeca o el cuello.

Recuperación fisiológica

Tiempo que necesita el cuerpo para volver a sus niveles normales después del esfuerzo físico. Incluye la vuelta a la frecuencia cardíaca y respiratoria habitual.

Resistencia

Capacidad del cuerpo para realizar un esfuerzo físico durante un periodo prolongado sin fatigarse en exceso.

Sistema cardiovascular

Conjunto formado por el corazón, la sangre y los vasos sanguíneos. Transporta oxígeno y nutrientes por todo el cuerpo.

Sistema endocrino

Sistema que regula funciones del cuerpo mediante la producción y liberación de hormonas. Participa en el crecimiento, el metabolismo y la respuesta al ejercicio.

Sistema nervioso

Controla y coordina las funciones del cuerpo. Permite la reacción ante estímulos, el movimiento voluntario y el equilibrio.

Sistema respiratorio

Conjunto de órganos que permite la entrada de oxígeno y la salida de dióxido de carbono durante la respiración.

Sustrato energético

Fuente de energía que utiliza el cuerpo durante el ejercicio (carbohidratos, grasas, proteínas).

Umbral anaeróbico

Punto en el que el cuerpo comienza a producir energía sin suficiente oxígeno, lo que genera acumulación de ácido láctico y fatiga.

VO₂ máximo

Cantidad máxima de oxígeno que una persona puede usar durante el ejercicio intenso. Indica su nivel de condición física aeróbica.

Capítulo 2: Energía y musculatura: saber enseñar lo que mueve el cuerpo

Resumen introductorio

En este capítulo se abordan los sistemas energéticos y musculares que hacen posible el movimiento humano, articulando su estudio con propuestas de enseñanza dinámica y comprensible. Se describen los principales sistemas de aporte energético (ATP-PC, glucólisis, aeróbico), el funcionamiento del tejido muscular, los tipos de fibras musculares, y los mecanismos de contracción. El objetivo no es solo conocer los procesos fisiológicos, sino aprender a enseñarlos de forma lúdica, visual y adaptada a diferentes niveles educativos. Mediante analogías, recursos gráficos y actividades diseñadas para el aula y el campo deportivo, el capítulo ofrece al estudiante de pedagogía herramientas para transformar contenidos técnicos en aprendizajes accesibles y motivadores.

1. Metabolismo energético: sistemas y tipos de esfuerzo

Imaginar el cuerpo humano como una ciudad en constante movimiento puede ayudar a entender de manera sencilla cómo funciona el metabolismo energético. En esta ciudad, las avenidas principales representan las rutas energéticas, los semáforos controlan el flujo y los automóviles transportan la energía hacia donde se necesita. No todas las avenidas son iguales: algunas son rápidas y directas, como autopistas; otras son más lentas, como calles angostas de barrio. Así funcionan también los sistemas energéticos en nuestro organismo: algunos responden de manera casi inmediata, otros requieren más tiempo y preparación.

Cuando enseñamos estos conceptos en el aula, es fundamental trasladarlos a contextos cercanos para los estudiantes. Pensemos, por ejemplo, en una carrera de 100 metros planos en atletismo escolar. ¿Qué tipo de "carretera energética" utiliza el cuerpo para un esfuerzo tan breve pero explosivo? O, al contrario, ¿qué ruta sigue un corredor de fondo en una maratón escolar? Entender estas diferencias ayuda no solo a mejorar el rendimiento, sino también a prevenir errores y lesiones.

Más aún, reconocer los sistemas energéticos como engranajes interconectados permite explicar a los estudiantes que no existe una separación absoluta entre uno y otro. Así como en una ciudad moderna, donde distintas rutas pueden complementarse dependiendo del tráfico y la hora del día, en nuestro cuerpo también los sistemas energéticos se solapan y cooperan para mantener el movimiento.

1.1 Mapa de los sistemas energéticos

Podemos organizar las vías energéticas del cuerpo en tres grandes "rutas" principales:

Tabla 1. Sistemas energéticos

Sistema Energético	Fuente principal	Tiempo de acción	Ejemplo deportivo escolar
Fosfágenos (ATP-PC)	ATP y fosfocreatina almacenada	0-10 segundos	Carrera de 50 metros, salto largo
Glucólisis anaeróbica	Glucógeno muscular	30 segundos a 2 minutos	Partido de fútbol escolar (acciones rápidas)
Aeróbico	Glucógeno, grasas, oxígeno	Más de 2 minutos	Carrera de resistencia, partidos de baloncesto

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de estos sistemas se activa de acuerdo con la duración e intensidad del esfuerzo. Sin embargo, no funcionan como interruptores que prenden y apagan; más bien, conviven como músicos en una orquesta, tomando el liderazgo según la necesidad del momento.

1.2 El sistema de fosfágenos: el arranque explosivo

El sistema de fosfágenos es como la chispa inicial de un motor. Inmediatamente disponible, permite realizar esfuerzos cortos y muy intensos. Es el sistema que se activa cuando un estudiante da un salto en un juego de vóley, corre para atrapar un balón o realiza un sprint de corta distancia.

Jayaputra y Putriningtyas (2024) señalan que actividades que demandan esfuerzos máximos y de corta duración dependen principalmente de esta vía energética, siendo su entrenamiento y adecuada nutrición fundamentales para optimizar el desempeño escolar en deportes de alta intensidad.

Un ejemplo claro en el aula es cuando organizamos una carrera de velocidad de 30 metros: el esfuerzo dura pocos segundos y depende casi exclusivamente del sistema de fosfágenos. En estos casos, la importancia de la recuperación entre repeticiones es vital para no agotar los depósitos de energía inmediata.

1.3 El sistema glucolítico anaeróbico: la potencia sostenida

Cuando el esfuerzo se extiende más allá de los 10-15 segundos, el cuerpo recurre al sistema glucolítico anaeróbico, también conocido como vía láctica. Aquí, el organismo utiliza el glucógeno almacenado en los músculos, pero sin depender del oxígeno. Esta vía permite sostener actividades intensas durante un tiempo limitado.

Kozina et al. (2021) observaron que esfuerzos de esta naturaleza generan alteraciones temporales en la fisiología cardiovascular de los estudiantes, evidenciando la necesidad de entrenamientos específicos para mejorar la tolerancia al ácido láctico.

En el contexto escolar, pensemos en un partido de fútbol donde un estudiante realiza múltiples carreras cortas, se detiene, cambia de dirección, y vuelve a arrancar. Cada uno de estos movimientos activa en gran medida el sistema glucolítico, produciendo la conocida sensación de "quemazón" muscular por la acumulación de lactato.

1.4 El sistema aeróbico: la autopista de largo recorrido

Finalmente, en esfuerzos que se prolongan en el tiempo, entra en acción el sistema aeróbico. Este sistema, aunque más lento en arrancar, es altamente eficiente en la producción de energía. Utiliza glucógeno, grasas y oxígeno para sostener actividades de baja o moderada intensidad durante períodos largos.

Jacinto et al. (2019) destacan que la enseñanza correcta de los mecanismos aeróbicos es crucial para evitar la sobrecarga prematura en estudiantes que realizan actividades de resistencia.

En deportes escolares, el sistema aeróbico es protagonista en carreras de fondo, partidos de baloncesto prolongados o sesiones de circuito donde el esfuerzo se mantiene constante durante varios minutos.

1.5 Interacción de los sistemas: una ciudad dinámica

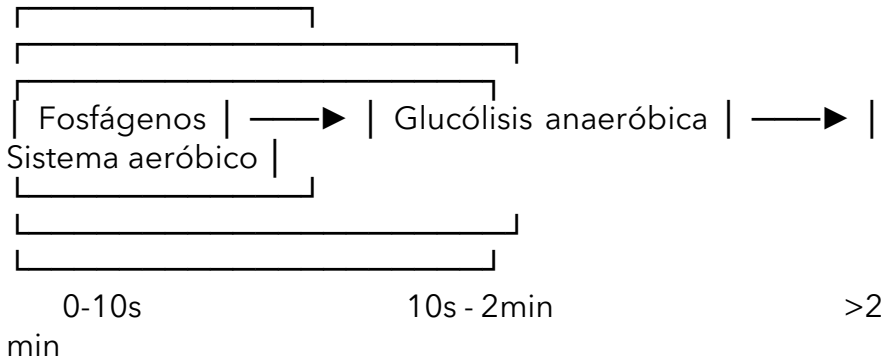
Una de las principales dificultades al enseñar metabolismo energético es hacer entender que los sistemas no son compartimentos estancos. Funcionan más bien como una red de calles y avenidas donde el tráfico se redistribuye según la necesidad.

Así, durante una competencia escolar:

- En la largada, predomina el sistema de fosfágenos.
- A medida que el esfuerzo continúa, se activa el sistema glucolítico.
- Si el esfuerzo se sostiene, el cuerpo transita hacia la vía aeróbica.

Esta secuencia puede representarse de manera simple en el siguiente esquema visual:

Figura 1. Esquema Visual: Activación de sistemas energéticos según duración del esfuerzo



Nota: Este tipo de esquemas facilita a los estudiantes una comprensión visual de la progresión energética.

1.6 Aplicación práctica en el aula

Para trasladar estos conocimientos a la práctica docente, algunas ideas que han demostrado ser efectivas incluyen:

- **Mapa de esfuerzos:** Pedir a los estudiantes que identifiquen durante una sesión de educación física cuándo creen que están utilizando cada sistema energético.
- **Simulación de tráfico:** Representar con conos o señales los cambios de sistema durante un circuito de actividades.
- **Juegos de velocidad vs. resistencia:** Diseñar competencias breves (carreras cortas) y otras de mayor duración (circuitos) para que los estudiantes vivencien las diferencias energéticas.

Además, integrar el conocimiento metabólico a la planificación de las clases permite adaptar mejor los tiempos de trabajo y recuperación, optimizando la seguridad y el aprendizaje de los alumnos.

1.7 El metabolismo y la prevención de lesiones

Otro aspecto fundamental para resaltar al enseñar metabolismo energético es la relación directa entre el entendimiento de los sistemas energéticos y la prevención de lesiones. Cuando los estudiantes no respetan los tiempos de recuperación necesarios entre esfuerzos de alta intensidad, o cuando realizan actividades de resistencia sin la preparación adecuada, se incrementa el riesgo de fatiga extrema, sobrecargas musculares y otras lesiones.

Incluir en las clases momentos de explicación breve sobre la importancia de la recuperación, la hidratación y la progresión de cargas refuerza el aprendizaje significativo en torno al metabolismo energético.

Reflexión final de esta sección

Comprender las vías energéticas desde una lógica aplicada a la enseñanza no solo enriquece el conocimiento académico de los estudiantes, sino que también los empodera para gestionar mejor su propio rendimiento físico, su bienestar y su salud a largo plazo.

Al enseñar que el cuerpo funciona como una ciudad que requiere distintas rutas según el tipo de tráfico, les brindamos una metáfora poderosa y duradera: la energía no es infinita ni automática, sino el resultado de procesos bien organizados que necesitan comprensión, respeto y cuidado.

2. Fisiología del músculo: tipos de fibras y formas de contracción

Moverse es mucho más que un simple impulso. Cada paso, salto o lanzamiento que realizamos en el aula de educación física es el resultado de una compleja organización de tejidos especializados: nuestros músculos. Estos no actúan de manera uniforme; poseen diferentes tipos de fibras y distintas formas de contraerse, adaptándose según la intensidad, la duración y el tipo de esfuerzo requerido. Entender esta diversidad es clave para diseñar prácticas más eficientes y seguras, especialmente en un entorno educativo.

Cuando los estudiantes comprenden que sus músculos funcionan como equipos de trabajo especializados –algunos veloces, otros resistentes–, es más fácil que valoren la importancia de adaptar sus movimientos a las características de cada actividad física.

2.1 Tipos de fibras musculares: una fábrica con dos grandes turnos

Imaginemos que el sistema muscular es como una gran fábrica de energía, con dos turnos principales de trabajadores:

- **Turno rápido:** trabajadores veloces, explosivos, que producen gran cantidad de fuerza en poco tiempo, pero se cansan rápidamente.
- **Turno lento:** trabajadores constantes, que mantienen un ritmo moderado por largas jornadas sin agotarse demasiado.

Esta metáfora ayuda a introducir los dos grandes tipos de fibras musculares:

Tabla 2. Tipo de fibras musculares

Tipo de fibra	Características principales	Ejemplo deportivo escolar
Fibras tipo I (lentas)	Resistentes a la fatiga, menor fuerza generada	Carreras de fondo, caminatas largas
Fibras tipo II (rápidas)	Potentes, se fatigan rápido	Sprints, saltos, lanzamientos

Fuente: elaboración propia

Cada persona nace con una proporción determinada de fibras lentas y rápidas, aunque el entrenamiento puede influir en su desarrollo funcional.

Según Haun et al. (2017), el tipo de estímulo al que se expone un músculo –ya sea fuerza máxima, potencia o resistencia– induce adaptaciones específicas tanto a nivel estructural como molecular, lo que refuerza la importancia de variar las cargas y los métodos en los programas de entrenamiento escolar.

Fibras tipo I: la constancia en movimiento

Las **fibras de contracción lenta** son especialistas en esfuerzos prolongados. Utilizan principalmente el metabolismo aeróbico, dependen del oxígeno y son muy eficientes energéticamente. Aunque generan menos fuerza que las fibras rápidas, su resistencia a la fatiga las convierte en protagonistas de actividades de larga duración.

Un ejemplo claro en el contexto escolar es el de una estudiante que participa en una caminata de varias vueltas alrededor de la cancha. Su cuerpo prioriza la activación de las fibras tipo I para sostener el movimiento sin caer en agotamiento prematuro.

En términos de composición interna, estas fibras poseen más mitocondrias, mayor concentración de mioglobina (lo que les da un tono rojizo) y una densa red capilar para el intercambio de oxígeno.

Fibras tipo II: la explosión en segundos

Por otro lado, las **fibras de contracción rápida** están diseñadas para acciones potentes y breves. Pueden subdividirse en:

- **Tipo IIa:** fibras rápidas con cierta capacidad oxidativa (resistencia moderada).
- **Tipo IIb:** fibras ultrarrápidas, especialistas en fuerza máxima, pero con poca resistencia.

Durante un torneo de saltos escolares, por ejemplo, los alumnos activan predominantemente las fibras tipo IIb para generar la fuerza explosiva necesaria en el despegue.

Estas fibras dependen mayormente del metabolismo anaeróbico, poseen menos mitocondrias y mioglobina, y tienen un color más claro que las fibras tipo I.

Kozina et al. (2021) resaltan que el desarrollo equilibrado de ambas fibras, mediante programas adecuados de fuerza y resistencia, contribuye a mejorar no solo el rendimiento físico, sino también la recuperación muscular y la prevención de lesiones en jóvenes deportistas.

Tabla 3. cuadro explicativo: ¿Cómo entenderlo fácilmente?

Aspecto	Fibras Tipo I	Fibras Tipo II
Color	Rojizas (por la mioglobina)	Blanquecinas
Fuente de energía	Oxígeno (metabolismo aeróbico)	Glucógeno (metabolismo anaeróbico)

Velocidad de contracción	Lenta	Rápida
Resistencia a la fatiga	Alta	Baja
Aplicación deportiva	Resistencia de fondo	Esfuerzos máximos, explosivos

Fuente: Elaboración propia

2.2 Formas de contracción muscular: la variedad del movimiento

Además de la diversidad en las fibras, el músculo puede contraerse de distintas maneras, dependiendo del objetivo y del tipo de actividad. Así como un resorte puede comprimirse, estirarse o mantenerse tenso, el músculo también adapta su comportamiento según la tarea.

Tabla 4. Tipos de contracción muscular

Tipo de contracción	Descripción	Ejemplo escolar
Isométrica	El músculo genera tensión sin cambiar su longitud	Mantener una posición en plancha
Concéntrica	El músculo se acorta al generar fuerza	Fase de elevación en una flexión de brazos
Excéntrica	El músculo se alarga controladamente mientras se resiste al movimiento	Descenso controlado en sentadilla

Fuente: Elaboración propia

La enseñanza de estos conceptos puede enriquecerse a través de demostraciones sencillas. Por ejemplo, pedir a los estudiantes que sostengan una pelota contra la pared sin

moverla (contracción isométrica), o realizar una serie de sentadillas controlando la bajada (contracción excéntrica).

Ejemplo real aplicado

Durante una clase de educación física, un grupo de estudiantes realiza un circuito que incluye estaciones de fuerza y resistencia. En una de las estaciones, deben sostener una plancha abdominal durante 30 segundos. Aquí se activa una contracción **isométrica**. En otra estación, ejecutan saltos al cajón, donde predomina la contracción **concéntrica** durante el impulso. Finalmente, en el descenso controlado desde el cajón, la contracción es **excéntrica**.

Estos ejemplos permiten mostrar, de manera vivencial, cómo el sistema muscular se adapta dinámicamente para responder a las diferentes demandas físicas.

2.3 Relación de los tipos de fibras y formas de contracción con disciplinas deportivas escolares

Entender cómo actúan los tipos de fibras y las formas de contracción permite a los docentes y estudiantes planificar, ejecutar y evaluar mejor las actividades físicas. Cada deporte pone a prueba el sistema muscular de una manera particular, priorizando uno u otro tipo de fibra y distintos modos de contracción.

Veamos algunos ejemplos concretos aplicados al contexto escolar:

- **Atletismo (carreras de velocidad):**
Predominio de fibras tipo IIb, contracciones concéntricas explosivas durante la salida y aceleración.
- **Atletismo (carreras de fondo):**

Mayor uso de fibras tipo I, con contracciones
cíclicas y de bajo impacto prolongado.

- **Fútbol y baloncesto:**

Deporte de esfuerzos intermitentes, donde
coexisten contracciones concéntricas rápidas
(sprints, cambios de dirección) y excéntricas
(frenadas), con alternancia entre fibras rápidas
y lentas.

- **Gimnasia artística:**

Activación intensa de fibras tipo II, dominio de
contracciones isométricas (posturas fijas) y
concéntricas (saltos y elevaciones).

- **Natación de resistencia:**

Uso eficiente de fibras tipo I, con contracciones
cíclicas sostenidas bajo un ritmo aeróbico
controlado.

Esta conexión entre teoría y práctica permite que los
estudiantes reconozcan que el tipo de músculo que se activa
depende del deporte que practican, del tipo de movimiento
que realizan y del tiempo durante el cual mantienen ese
esfuerzo.

Como afirman Gojanovic et al. (2011), el tipo de contracción
y la naturaleza de las fibras musculares influyen directamente
no solo en el desempeño deportivo, sino también en la
eficiencia de la recuperación post-esfuerzo, algo que debe
ser considerado especialmente en adolescentes en etapa de
crecimiento.

2.4 Sugerencia didáctica para el aula: actividad de experimentación

Nombre de la actividad:

"Detectives musculares"

Objetivo:

Que los estudiantes identifiquen en su propio cuerpo los diferentes tipos de contracción y reflexionen sobre el tipo de fibra muscular más utilizada en distintos movimientos.

Materiales:

- Pelotas livianas.
- Cajones o bancos bajos.
- Cronómetros.

Desarrollo:

1. **Estación 1:**
Mantener una pelota en alto con los brazos estirados durante 30 segundos → Contracción isométrica.
2. **Estación 2:**
Saltar sobre un banco o cajón, enfocándose en el impulso hacia arriba → Contracción concéntrica, uso de fibras tipo II.
3. **Estación 3:**
Bajar controladamente del banco sin dejarse caer → Contracción excéntrica, activación de control muscular.

Reflexión grupal:

Los estudiantes discuten en grupo: ¿dónde sintieron más esfuerzo? ¿qué parte del cuerpo trabajó más? ¿qué tipo de "trabajador muscular" (rápido o lento) creen que estaba más activo?

Tiempo estimado: 25 minutos.

Notas para el docente:

Observar si los estudiantes tienden a fatigarse más rápidamente en contracciones explosivas o en esfuerzos sostenidos. Esto puede dar pistas sobre su perfil muscular dominante.

2.5 Importancia de explicar la diversidad muscular en contextos escolares

Muchas veces, los alumnos tienden a comparar su rendimiento con el de sus compañeros sin considerar que las diferencias fisiológicas son parte natural de su constitución. Algunos estudiantes serán más veloces en carreras cortas; otros, más resistentes en actividades prolongadas.

Explicar de forma temprana la existencia de diferentes tipos de fibras y contracciones ayuda a:

- Promover el respeto a los procesos individuales.
- Fomentar la autoestima, mostrando que cada cuerpo tiene potenciales distintos.
- Optimizar las actividades, asignando roles o adaptaciones según las fortalezas individuales.

Además, una correcta comprensión de estos conceptos fortalece los hábitos de entrenamiento consciente, mejora la

prevención de lesiones y favorece la recuperación adecuada después de esfuerzos intensos.

Reflexión final de la sección

El sistema muscular no es un bloque homogéneo; es una red especializada donde la diversidad es clave para la eficacia del movimiento. Enseñar a reconocer los distintos tipos de fibras musculares y las variadas formas de contracción no solo enriquece el conocimiento físico de los estudiantes, sino que también les permite valorar sus propias habilidades y limitaciones.

Al igual que en una orquesta donde los instrumentos no suenan igual pero todos son esenciales para la armonía, los músculos trabajan en conjunto, cada uno desde su especialidad, para construir el movimiento humano en toda su riqueza y complejidad.

Cuando los docentes integran estos saberes en sus clases, están no solo enseñando educación física, sino también formando jóvenes más conscientes, resilientes y capaces de escuchar el lenguaje sutil de su propio cuerpo.

3. Cansancio y recuperación: ¿cómo lo explicamos en clase?

En el aula de educación física, el cansancio suele aparecer como un invitado inesperado. Un estudiante baja el ritmo, otro se sienta en el borde de la cancha, algunos respiran agitadamente. Aunque para muchos el cansancio parece simplemente una señal de "estar cansado", desde el punto de vista fisiológico y pedagógico es mucho más: es un lenguaje del cuerpo que debemos enseñar a leer e interpretar.

Transmitir a los estudiantes qué ocurre en su organismo cuando sienten fatiga, y cómo pueden favorecer su

recuperación, es fundamental para formar no solo mejores deportistas, sino personas más conscientes de su bienestar físico.

3.1 Anécdota de aula: la carrera de relevos que terminó en lección

Era una mañana soleada y teníamos organizada una clase de relevos de 200 metros entre diferentes equipos de estudiantes de secundaria. El entusiasmo era evidente: risas, estrategias improvisadas, miradas desafiantes entre compañeros.

Durante los primeros tramos, la velocidad fue impresionante. Cada estudiante daba su máximo esfuerzo en el corto recorrido que le correspondía. Sin embargo, a partir de la segunda ronda, comenzaron a aparecer señales visibles de fatiga: piernas rígidas, caídas de ritmo, respiración entrecortada.

Uno de los alumnos, Nicolás, que había destacado en la primera salida, tuvo que detenerse a mitad de su segundo tramo. Se sentó al borde de la pista, sujetándose el muslo y jadeando profundamente. El resto del equipo quedó confundido: ¿qué había pasado? ¿Por qué Nicolás, tan rápido al inicio, había “fallado” de repente?

Aprovechamos ese momento no como un fracaso, sino como una oportunidad pedagógica. Reunimos al grupo y les preguntamos:

- ¿Qué creen que ocurrió en el cuerpo de Nicolás?
- ¿Qué señales anticiparon que su cuerpo pedía descanso?
- ¿Qué podríamos hacer para mejorar en futuras competencias?

Las respuestas fueron variadas: algunos hablaron del calor, otros del cansancio general, algunos intuyeron que el esfuerzo sin recuperación podía haber sido la causa. La reflexión abrió la puerta para explicar qué sucede fisiológicamente cuando el cuerpo experimenta fatiga.

3.2 Análisis: ¿qué ocurre en el cuerpo durante el cansancio?

El cansancio físico es el resultado de varios factores que se combinan de manera dinámica:

- **Depleción de reservas energéticas:**

Durante actividades de alta intensidad, los depósitos de ATP y fosfocreatina se agotan rápidamente. Si la recuperación entre esfuerzos no es suficiente, el cuerpo queda "sin combustible".

- **Acumulación de subproductos metabólicos:**

La producción de lactato y la disminución del pH muscular alteran la capacidad de contracción del músculo. Aunque hoy sabemos que el lactato no es un "enemigo" sino una fuente de energía secundaria, su acumulación rápida puede contribuir a la fatiga temporal.

- **Alteraciones neuromusculares:**

La comunicación entre el sistema nervioso y los músculos puede verse afectada cuando hay un esfuerzo sostenido sin pausas adecuadas. Esto se traduce en menor coordinación, disminución de la fuerza y aumento de la sensación de pesadez.

- **Factores psicológicos:**

El estado de ánimo, la motivación y la percepción de esfuerzo también juegan un rol importante. El cerebro, como órgano regulador, puede “detener” el esfuerzo para proteger al organismo del sobreuso.

Según Haun et al. (2017), las respuestas de fatiga no dependen solamente del agotamiento energético, sino también de factores moleculares que afectan la función muscular y la señalización entre el músculo y el sistema nervioso central.

3.3. ¿Cómo explicar la recuperación en términos sencillos?

Así como el cuerpo tiene sistemas para producir energía, también posee mecanismos para restaurar su equilibrio después del esfuerzo. La recuperación no es pasiva: es un proceso activo en el que el organismo trabaja para reparar tejidos, reponer reservas y restablecer las condiciones normales.

Tabla 5. Principales mecanismos de recuperación

Mecanismo	Descripción breve	Tiempo estimado
Reposición de ATP y fosfocreatina	Restauración de la energía inmediata	2 a 5 minutos
Eliminación de lactato	Conversión del lactato en energía utilizable o eliminación	30 min a 2 horas
Restauración de oxígeno en tejidos	Normalización del oxígeno en sangre y músculo	1 a 3 minutos

Reparación de microlesiones musculares	Síntesis de proteínas para recuperación celular	24 a 72 horas
--	---	------------------

Fuente: Elaboración propia

Explicado de forma sencilla: después de una carrera intensa como la de Nicolás, el cuerpo necesita volver a “llenar el tanque de combustible”, limpiar los “residuos” que dejó la producción de energía y reparar las pequeñas “fisuras” que el esfuerzo generó en sus músculos.

Por eso, en actividades físicas escolares, es tan importante incorporar pausas activas, técnicas de respiración, hidratación adecuada y ejercicios de relajación muscular.

3.4 Recursos visuales para explicar la fatiga y la recuperación

Incorporar esquemas sencillos puede hacer que conceptos fisiológicos complejos sean más comprensibles para los estudiantes.

Aquí te propongo un esquema visual que puede utilizarse en el aula:



Figura 1. Esquema visual: De la fatiga a la recuperación

Nota: Este esquema puede complementarse pidiendo a los estudiantes que dibujen un "viaje del cansancio" en su cuaderno, identificando las estaciones por las que pasa el cuerpo después de un esfuerzo.

3.5 ¿Cómo trabajar el cansancio y la recuperación en clase?

El objetivo no es eliminar el cansancio –que es natural y necesario en el proceso de entrenamiento físico–, sino enseñar a reconocerlo, gestionarlo y utilizarlo de manera inteligente. Algunas estrategias prácticas para aplicar en el aula:

1. Enseñar a escuchar al cuerpo

Realizar pausas reflexivas durante las clases:

- ¿Cómo te sientes? ¿Qué parte del cuerpo notas más fatigada?
- ¿Tu respiración es agitada o controlada?
- ¿Sientes que puedes continuar al mismo ritmo o necesitas ajustar?

Fomentar esta autoescucha ayuda a prevenir sobreesfuerzos y mejora la autogestión física.

2. Planificar descansos activos

Después de esfuerzos intensos, proponer momentos breves de recuperación activa: caminatas lentas, ejercicios de movilidad articular, respiraciones profundas.

Kozina et al. (2021) indican que los descansos activos mejoran la eliminación de lactato y favorecen una recuperación más eficiente que la pasividad completa.

En el contexto escolar, pueden integrarse como “islas de recuperación” en circuitos o juegos.

3. Adecuar la intensidad de la clase

Diseñar actividades alternando bloques de alta intensidad con bloques de menor exigencia, para permitir la recuperación progresiva.

Por ejemplo:

- 3 minutos de juegos de alta velocidad → 2 minutos de caminata y respiración.
- 4 rondas de ejercicios de fuerza → 5 minutos de estiramientos dinámicos.

4. Promover la hidratación y la nutrición adecuada

Aunque suele considerarse un aspecto menor en clases escolares, recordar a los estudiantes que hidratarse antes, durante y después de la actividad física favorece los procesos de recuperación celular y la regulación térmica.

Jayaputra y Putriningtyas (2024) destacan que la ingesta oportuna de líquidos y nutrientes después del ejercicio no solo acelera la recuperación, sino que también optimiza el rendimiento posterior.

3.6 Actividad práctica sugerida: "Detectives de la recuperación"

Objetivo:

Que los estudiantes aprendan a identificar signos de fatiga y prácticas de recuperación.

Materiales:

- Carteles con imágenes: respiración agitada, sudoración, rostro enrojecido, gestos de cansancio, hidratación, estiramiento, pausas.

Desarrollo:

1. Luego de una sesión intensa, el docente presenta las imágenes y los estudiantes deben clasificarlas en dos grupos: signos de cansancio o prácticas de recuperación.
2. Reflexión grupal: ¿Cuáles son inevitables? ¿Cuáles podemos controlar o mejorar?

Tiempo estimado: 20 minutos.

Tabla 6. Tiempo recomendado de recuperación según el tipo de actividad

Tipo de actividad	Tiempo sugerido de recuperación
Sprint de corta duración ($\leq 10s$)	1 a 2 minutos
Esfuerzo anaeróbico prolongado (30s a 2 min)	2 a 5 minutos
Actividades aeróbicas (>2 min)	5 a 10 minutos activos
Sesiones de fuerza máxima	48 horas entre sesiones

Nota: Esta tabla puede integrarse como material visual para que los estudiantes planifiquen mejor su esfuerzo en jornadas deportivas.

Reflexión final de esta sección

El cansancio no es un enemigo; es un aliado silencioso que nos recuerda los límites naturales del cuerpo y la necesidad de respetar sus ritmos. Enseñar a los estudiantes a reconocerlo y gestionarlo de manera inteligente es uno de los aprendizajes más valiosos que pueden llevarse de una clase de educación física.

Así como en la anécdota inicial, donde la fatiga de Nicolás se convirtió en una oportunidad para entender mejor su

cuerpo, cada episodio de cansancio puede transformarse en una lección de autocuidado, resiliencia y autoconocimiento.

Educar para el movimiento también es educar para el descanso, para la recuperación y para el respeto profundo hacia el propio cuerpo.

4. Aplicación didáctica: estrategias para enseñar sobre energía y musculatura

Hablar de energía y musculatura en la escuela no debe ser un asunto reservado a clases teóricas aisladas o a charlas abstractas. Todo lo contrario: cada salto, cada carrera, cada ejercicio de fuerza puede convertirse en un laboratorio viviente para comprender cómo funciona el cuerpo humano.

Integrar el conocimiento fisiológico en dinámicas prácticas permite a los estudiantes *sentir* los procesos energéticos y musculares en acción, favoreciendo un aprendizaje significativo, vivencial y, sobre todo, motivador.

A continuación, se proponen estrategias concretas que permiten enseñar sobre metabolismo energético y fisiología muscular de manera activa y adaptada a distintos niveles educativos.

Ejemplos de clases, juegos y dinámicas

La comprensión de la energía y la musculatura en la fisiología del ejercicio no debe limitarse a conceptos teóricos o explicaciones abstractas. Para que los futuros docentes logren integrar estos saberes en su práctica pedagógica, resulta esencial vivenciarlos en su propio cuerpo. Las actividades que se presentan a continuación han sido diseñadas con un doble propósito: por un lado, experimentar de manera directa los procesos fisiológicos de los sistemas energéticos, la activación de fibras musculares y los distintos tipos de contracción; y por otro, traducir esa

experiencia en recursos didácticos aplicables a contextos escolares.

De este modo, cada propuesta combina el rigor científico con un enfoque lúdico y participativo, favoreciendo un aprendizaje significativo. Los estudiantes no solo identifican qué ocurre en su organismo durante el esfuerzo físico, sino que también desarrollan la capacidad de observar, analizar y comunicar estos procesos en clave pedagógica. Con ello se busca reforzar la idea central del capítulo: la fisiología es más comprensible y más útil cuando se convierte en experiencia, cuando el aula se transforma en un laboratorio corporal en el que la teoría cobra vida.

1. Circuito "Rutas de energía"

Objetivo:

Que los estudiantes experimenten los tres sistemas energéticos a través de actividades físicas diferenciadas.

Desarrollo:

- **Estación 1 (Sistema de fosfágenos):**

Salto explosivos a máxima velocidad durante 5 segundos.

- **Estación 2 (Sistema glucolítico anaeróbico):**

Carrera continua de 400 metros a ritmo intenso.

- **Estación 3 (Sistema aeróbico):**

Caminata a paso moderado durante 5 minutos.

Reflexión grupal:

¿Qué sentiste en cada estación? ¿Dónde apareció el cansancio más rápido? ¿Qué diferencias notaste en tu respiración?

2. Juego "Veloces y resistentes"

Objetivo:

Distinguir el tipo de fibra muscular más activa según la actividad.

Desarrollo:

- En un espacio amplio, los estudiantes deben alternar entre:
 - **Sprint de 20 metros** (fibras rápidas).
 - **Marcha continua de 5 minutos** (fibras lentas).

Reglas:

- El docente cambia la orden ("¡Sprint!" / "¡Marcha!") de manera sorpresiva.

Reflexión grupal:

¿Qué te resultó más fácil? ¿Sientes que eres más "rápido" o más "resistente"?

3. Dinámica "Musculatura en acción"

Objetivo:

Identificar distintos tipos de contracción muscular.

Desarrollo:

- **Concéntrica:** saltar y alcanzar una cuerda colgada.

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

- **Excéntrica:** bajar lentamente de un banco controlando el movimiento.
- **Isométrica:** mantener una sentadilla estática durante 20 segundos.

Actividad adicional:

Armar carteles para cada tipo de contracción y que los estudiantes ilustren movimientos asociados.

Plantilla básica de planificación de clase

Aquí te presento una plantilla que puedes usar o adaptar fácilmente para cualquier sesión que busque enseñar sobre energía y musculatura:

Planificación de Clase

- **Título:**
(Ejemplo: "Energía en movimiento: descubriendo nuestras rutas internas")
- **Objetivo general:**
Comprender los sistemas energéticos y la fisiología muscular a través de actividades físicas prácticas.
- **Edad o nivel:**
(Ejemplo: 10-12 años / secundaria baja)
- **Duración:**
60 minutos.
- **Materiales:**
Conos, cuerdas, pelotas ligeras, cronómetros, carteles informativos.
- **Actividades principales:**
 1. Entrada en calor (5 minutos) - Movilidad articular general.
 2. Circuito "Rutas de energía" (30 minutos) - Tres estaciones energéticas.
 3. Juego "Veloces y resistentes" (15 minutos).

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

4. Enfriamiento activo (5 minutos) - Caminata + estiramientos.

- **Evaluación formativa:**

Observación de participación, reflexión oral grupal final.

- **Cierre:**

Breve repaso de conceptos aprendidos mediante preguntas disparadoras.

Rúbrica básica de evaluación

Criterios para evaluar la participación y comprensión de la sesión:

Criterio	Excelente (3)	Bueno (2)	Necesita mejorar (1)
Participación activa en las actividades	Participó en todas con entusiasmo y concentración	Participó en la mayoría de actividades	Participó poco o mostró desinterés
Comprensión de sistemas energéticos	Explica con claridad las diferencias entre sistemas	Identifica algunos conceptos básicos	Presenta dificultades para distinguir conceptos
Reconocimiento de tipos de contracción muscular	Reconoce y ejemplifica correctamente los tres tipos	Reconoce parcialmente	Confunde o no identifica
Autopercepción de esfuerzo y recuperación	Describe adecuadamente su nivel de fatiga y recuperación	Reconoce algunas señales de su cuerpo	No identifica sensaciones corporales relacionadas

Secuencia didáctica por edades o niveles

Nivel Inicial (6-8 años):

- **Enfoque:** Sensibilización corporal.
- **Actividades:** Juegos de movimientos básicos: correr, saltar, caminar.
- **Objetivo:** Reconocer que el cuerpo necesita diferentes ritmos.

Primaria Baja (9-11 años):

- **Enfoque:** Introducción de conceptos energéticos básicos.
- **Actividades:** Carreras cortas vs. caminatas prolongadas; juegos de pausa-activo.
- **Objetivo:** Diferenciar esfuerzos explosivos de esfuerzos sostenidos.

Primaria Alta / Secundaria Baja (12-14 años):

- **Enfoque:** Comprensión de sistemas energéticos y tipos de fibra.
- **Actividades:** Circuitos de energía; dinámicas de contracción muscular.
- **Objetivo:** Asociar actividades físicas a los sistemas energéticos predominantes.

Secundaria Alta (15-17 años):

- **Enfoque:** Análisis más profundo de la fisiología muscular y energética.

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

- **Actividades:** Diseño de microplanes de entrenamiento; reflexión sobre la recuperación.
- **Objetivo:** Aplicar el conocimiento fisiológico en su propio entrenamiento o actividad física recreativa.

Reflexión final de la sección

Cuando enseñamos energía y musculatura de manera práctica, ayudamos a los estudiantes a comprender que el movimiento no es magia: es ciencia viviente. Cada paso, cada salto y cada carrera es la expresión visible de sistemas invisibles que trabajan en armonía.

Incorporar dinámicas vivenciales, ofrecer espacios de reflexión activa y evaluar no solo la ejecución física, sino también la comprensión corporal, transforma las clases de educación física en verdaderos talleres de autoconocimiento y salud.

Enseñar a moverse también es enseñar a entenderse: esa es, quizá, una de las mejores herencias que puede dejar un buen docente.

Capítulo 3: El corazón, los pulmones y el control fisiológico del ejercicio

Resumen introductorio

Este capítulo explora las respuestas del sistema cardiovascular, respiratorio y neuroendocrino frente al ejercicio físico, así como su regulación durante la actividad física. A partir de un enfoque integrador, se analizan los cambios en la frecuencia cardíaca, la ventilación pulmonar, el transporte de oxígeno y la regulación hormonal durante distintos tipos de esfuerzo. Además de comprender estos procesos, el capítulo pone énfasis en cómo enseñarlos mediante estrategias pedagógicas activas: visualización de datos fisiológicos, juegos de simulación, experiencias prácticas en clase y recursos digitales. La intención es que los futuros docentes puedan explicar el complejo funcionamiento de estos sistemas desde una perspectiva educativa atractiva, participativa y científica.

1. Respuestas del sistema cardiovascular y respiratorio al ejercicio

El cuerpo humano está diseñado para adaptarse de manera impresionante a las demandas físicas que impone el ejercicio. En cuanto iniciamos una actividad física, el sistema cardiovascular y el sistema respiratorio responden de manera inmediata y coordinada para asegurar que los músculos activos reciban suficiente oxígeno y puedan eliminar el dióxido de carbono acumulado. Estos ajustes fisiológicos permiten mantener el rendimiento y evitar una fatiga temprana. Comprender cómo y por qué ocurren estos cambios es esencial tanto para la enseñanza como para la práctica del deporte de forma segura y eficiente.

Ajustes cardiovasculares ante el ejercicio

Uno de los cambios iniciales más notorios es el aumento de la frecuencia cardíaca (FC). En reposo, un adulto promedio registra entre 60 y 80 latidos por minuto, pero al realizar ejercicio moderado o intenso, esta frecuencia puede alcanzar entre 150 y 200 latidos por minuto, dependiendo de la intensidad y del nivel de entrenamiento de la persona (Bassett & Howley, 2000). Este incremento tiene como principal objetivo acelerar el suministro de oxígeno y nutrientes a los músculos.

Además de la FC, el volumen sistólico (VS) –la cantidad de sangre expulsada en cada latido– también se incrementa. Mientras en reposo el VS ronda los 70 ml por latido, durante la actividad física puede aumentar hasta 120 o 140 ml (Fletcher et al., 2018). Así, el gasto cardíaco (GC), que es el producto de la FC por el VS, se eleva significativamente. En condiciones de reposo el gasto es de unos 5 litros por minuto, pero puede alcanzar entre 20 y 25 litros por minuto durante el ejercicio intenso, e incluso más en atletas de alto rendimiento.

Estos ajustes son coordinados a través del sistema nervioso autónomo. Al iniciar el ejercicio, disminuye el tono parasimpático y aumenta la actividad simpática, lo cual favorece la aceleración de la frecuencia cardíaca, incrementa la contractilidad del miocardio y redistribuye el flujo sanguíneo hacia los músculos activos (Joyner & Casey, 2015).

Ajustes respiratorios durante el ejercicio

El sistema respiratorio acompaña esta respuesta cardiovascular aumentando tanto la frecuencia respiratoria (FR) como el volumen corriente. De una tasa de 12-16 respiraciones por minuto en reposo, un individuo puede pasar a realizar entre 35 y 45 respiraciones por minuto bajo esfuerzos intensos (Dempsey et al., 2020). Además de respirar más rápido, cada inhalación se vuelve más profunda, aumentando el volumen de aire movilizado por minuto (ventilación minuto).

Este ajuste respiratorio permite satisfacer la creciente demanda de oxígeno de los tejidos y facilita la eliminación del dióxido de carbono. El control de la respiración durante el ejercicio es finamente regulado por mecanismos neuronales y humorales. Los quimiorreceptores centrales y periféricos detectan cambios en la concentración de CO_2 , la acidez sanguínea y la presión de oxígeno, enviando señales correctivas que ajustan rápidamente el patrón ventilatorio (Fletcher et al., 2018).

Además, durante el ejercicio prolongado, factores como la temperatura corporal elevada y la estimulación aferente desde músculos y articulaciones también contribuyen a modular la ventilación. Esto garantiza que las necesidades metabólicas del organismo sean cubiertas de forma precisa y dinámica.

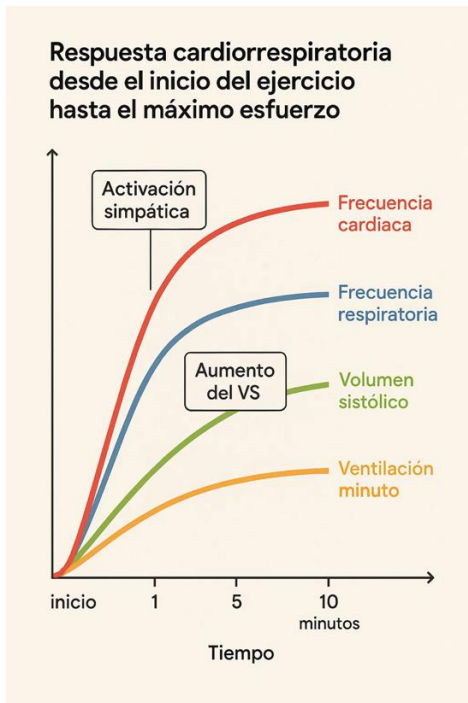


Figura 1. Respuesta cardiorrespiratoria desde el inicio del ejercicio hasta el máximo esfuerzo

Fuente: Elaborado con la IA

Este recurso gráfico facilita la comprensión de las relaciones temporales entre diferentes parámetros fisiológicos.

Tabla 1. Comparación entre el estado de reposo y el ejercicio

Parámetro	Reposo	Ejercicio moderado	Ejercicio intenso
Frecuencia Cardíaca (FC)	60-80 latidos/min	120-140 latidos/min	160-200 latidos/min
Volumen Sistólico (VS)	70 ml/latido	100-120 ml/latido	120-140 ml/latido

Gasto Cardíaco (GC)	5 l/min	12-15 l/min	20-25 l/min
Frecuencia Respiratoria (FR)	12-16 respiraciones /min	25-35 respiraciones /min	35-45 respiraciones /min
Ventilación minuto	6-8 l/min	40-60 l/min	100-150 l/min

Fuente: Adaptado de Dempsey et al., 2020; Fletcher et al., 2018.

Nota: Esta tabla evidencia claramente cómo el organismo debe multiplicar su rendimiento funcional para afrontar las demandas de la actividad física.

Redistribución del flujo sanguíneo

Durante el ejercicio, el cuerpo optimiza el uso del flujo sanguíneo redireccionándolo. Se produce una vasodilatación en los músculos activos, mientras que se da vasoconstricción en órganos como los riñones, el sistema digestivo y, en menor medida, el cerebro (Joyner & Casey, 2015). Esta redistribución asegura que los músculos reciban mayores cantidades de oxígeno justo cuando más lo necesitan.

La piel también recibe un aumento en el flujo sanguíneo en actividades prolongadas, lo que facilita la disipación de calor a través de la sudoración y mantiene la temperatura corporal dentro de márgenes seguros.

El fenómeno de la deuda de oxígeno

Cuando finalizamos el ejercicio, el cuerpo no regresa inmediatamente al estado basal. Durante el llamado exceso

de consumo de oxígeno post-ejercicio (EPOC), el organismo mantiene un nivel elevado de ventilación y gasto energético. Esta fase sirve para:

- Restaurar depósitos de ATP y fosfocreatina.
- Reponer oxígeno en la mioglobina muscular.
- Normalizar las concentraciones de lactato.
- Recuperar el pH sanguíneo alterado.

El EPOC puede durar desde unos minutos hasta varias horas, dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio realizado.

Control nervioso de la respuesta ventilatoria

Durante el ejercicio, la regulación de la respiración no solo depende de la concentración de gases en sangre. Hay un componente de *feedforward* anticipatorio que aumenta la ventilación incluso antes de que los niveles de oxígeno disminuyan o aumenten los de dióxido de carbono. Este fenómeno es mediado por señales procedentes de la corteza cerebral y los centros motores, en conjunto con aferencias provenientes de músculos y articulaciones (Dempsey et al., 2020).

Esto explica, por ejemplo, por qué la respiración se acelera casi de inmediato apenas empezamos a correr, incluso antes de que haya cambios significativos en la sangre arterial.

Diferencias en la respuesta: ejercicio de resistencia vs ejercicio de fuerza

Aunque el principio general de aumento del gasto cardíaco y la ventilación se cumple en todo tipo de ejercicios, existen matices importantes entre actividades aeróbicas (correr, nadar) y anaeróbicas (levantamiento de pesas).

- **Ejercicio de resistencia:** La respuesta es más progresiva, con un predominio de aumentos en la ventilación y un gasto cardíaco sostenido.
- **Ejercicio de fuerza:** Hay aumentos súbitos de presión arterial y mayor carga sobre el sistema cardiovascular debido a maniobras de Valsalva y compresiones mecánicas de los vasos por la contracción muscular (Joyner & Casey, 2015).

Por ello, las estrategias de enseñanza deben diferenciar ambos tipos de ejercicios y sus riesgos asociados.

La importancia del calentamiento en las respuestas fisiológicas

El calentamiento previo al ejercicio no solo prepara psicológicamente al individuo, sino que también induce adaptaciones fisiológicas favorables:

- Aumenta progresivamente la frecuencia cardíaca y la ventilación.
- Mejora la circulación sanguínea hacia los músculos activos.
- Eleva la temperatura corporal, facilitando las reacciones metabólicas.
- Reduce el riesgo de lesiones y eventos cardiovasculares adversos.

Un calentamiento adecuado permite que las respuestas cardiovasculares y respiratorias se instalen de forma gradual, evitando un estrés abrupto sobre el organismo.

Experiencia estudiantil: percepción consciente del esfuerzo

Desde la educación física, se puede fomentar que los estudiantes desarrollen la habilidad de escuchar su propio cuerpo:

- Tomando la frecuencia cardíaca antes, durante y después del ejercicio.
- Observando los cambios en su respiración.
- Describiendo sensaciones como el aumento de la temperatura corporal o la sudoración.

Esta conciencia corporal no solo mejora el rendimiento, sino que fortalece la autonomía y la seguridad durante la práctica deportiva.

Reflexión final

El conocimiento de las respuestas fisiológicas que acompañan al ejercicio físico es una herramienta fundamental tanto para quienes practican actividad física como para quienes la enseñan. Integrar la medición de indicadores como la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria en las actividades prácticas permite a los estudiantes desarrollar una relación más consciente, segura y saludable con su cuerpo. Además, favorece la adopción de hábitos de vida activos y el empoderamiento de la propia salud, en una época donde el sedentarismo representa una amenaza creciente para las nuevas generaciones.

2. Parámetros fisiológicos clave para la enseñanza deportiva

El ejercicio físico no solo transforma el cuerpo en movimiento, sino que también activa una serie de procesos fisiológicos que pueden ser medidos, enseñados y utilizados para potenciar el aprendizaje en educación física. Comprender parámetros como la frecuencia cardíaca (FC), el gasto cardíaco (GC), el consumo de oxígeno (VO_2) y la presión arterial (PA) permite a los estudiantes no solo mejorar su rendimiento deportivo, sino también desarrollar habilidades de autocuidado y monitorización de su salud. Incorporar estos conceptos en la enseñanza deportiva convierte cada actividad física en una oportunidad para conectar la teoría con la práctica de forma significativa.

2.1 ¿Qué parámetros observar y enseñar?

Cuando se trabaja en el ámbito educativo y deportivo, no basta con promover la actividad física: es necesario enseñar a los estudiantes a interpretar las respuestas de su propio cuerpo ante el esfuerzo. Para ello, existen parámetros fisiológicos clave que resultan especialmente útiles:

- **Frecuencia cardíaca (FC):** Número de latidos del corazón por minuto. Refleja de manera rápida la intensidad del esfuerzo físico y es sencillo de medir incluso en niños pequeños.
- **Gasto cardíaco (GC):** Volumen de sangre que el corazón expulsa por minuto. Permite entender la eficiencia cardiovascular durante el ejercicio.
- **Consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.):** Cantidad máxima de oxígeno que el cuerpo puede utilizar durante un ejercicio intenso. Es un indicador de la capacidad aeróbica.

- **Presión arterial (PA):** Fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. Controlarla es esencial para detectar respuestas anómalas al esfuerzo.

Estos parámetros, además de ser herramientas de evaluación del rendimiento, permiten educar en la autoobservación corporal, detectar signos tempranos de fatiga o sobreesfuerzo, y diseñar programas de entrenamiento más seguros y personalizados.

Según Bassett y Howley (2000), la comprensión y el monitoreo de variables fisiológicas como el VO_2 máx. o la FC son fundamentales no solo para el entrenamiento de atletas, sino también para la promoción de estilos de vida saludables desde la educación básica.

2.2 Tabla explicativa de parámetros fisiológicos

A continuación, se presenta una tabla que resume los principales parámetros, su definición, valores de referencia en reposo y su comportamiento esperado durante el ejercicio:

Tabla 2. Parámetros fisiológicos

Parámetro	Definición	Valor en Reposo	Cambio esperado en ejercicio
Frecuencia cardíaca (FC)	Número de latidos del corazón por minuto	60-80 lat/min	Aumenta proporcionalmente a la intensidad
Gasto cardíaco (GC)	Volumen de sangre expulsado por minuto (FC × VS)	~5 l/min	Aumenta hasta 4-6 veces el valor de reposo

Consumo de oxígeno (VO ₂)	Cantidad de oxígeno utilizado por minuto	~3.5 ml/kg/min (en reposo)	Se incrementa de forma lineal hasta VO ₂ máx.
Presión arterial (PA)	Fuerza ejercida por la sangre sobre las arterias	120/80 mmHg	La sistólica aumenta; la diastólica se mantiene o sube ligeramente

Fuente: Adaptado de Fletcher et al., 2018; Dempsey et al., 2020.

Nota: Este tipo de tablas son muy útiles en contextos pedagógicos para resumir conceptos complejos de forma accesible para estudiantes de diferentes edades.

2.3 Ejemplos aplicados por nivel escolar

Integrar estos parámetros en la enseñanza deportiva no requiere equipos costosos ni protocolos médicos complejos. Se pueden aplicar de manera sencilla y creativa, adaptando las actividades según el nivel educativo de los estudiantes.

2.3.1 Educación básica: introducción a la frecuencia cardíaca

En niños de educación básica (6 a 11 años), el objetivo principal debe ser sensibilizar al alumno sobre la existencia de su ritmo cardíaco y cómo este cambia con el movimiento.

Actividad sugerida:

- Antes de iniciar una actividad física, los estudiantes se sientan en círculo y aprenden a localizar su pulso (en la muñeca o en el cuello).
- Con la ayuda del docente, cuentan cuántos latidos sienten en 15 segundos y luego multiplican por 4 para estimar su frecuencia cardíaca en reposo.
- Realizan una carrera corta de 30 metros o una actividad lúdica como "la carrera de los animales" (imitar saltos de canguro, correr como perro, etc.).
- Se repite la medición inmediatamente después de la actividad.
- Reflexión guiada: ¿qué sintieron? ¿su corazón latía más rápido? ¿por qué creen que pasó esto?

Esta actividad no solo enseña el concepto de frecuencia cardíaca, sino que promueve la autoobservación y la conexión entre el esfuerzo y las respuestas del cuerpo.

2.3.2 Bachillerato: estimación de gasto cardíaco y análisis de esfuerzo

En estudiantes de bachillerato (12 a 17 años), se puede introducir un nivel de complejidad mayor, incluyendo el cálculo estimado de gasto cardíaco.

Actividad sugerida:

- Se mide la frecuencia cardíaca en reposo.

Didáctica de la fisiología del ejercicio: energía, músculo y control cardiorrespiratorio en la enseñanza del deporte

- Se estima el volumen sistólico utilizando una fórmula básica (aproximación de 70 ml por latido en reposo para adolescentes).
- Se realiza una actividad física moderada (por ejemplo, correr 600 metros).
- Se mide nuevamente la FC inmediatamente después.
- Los estudiantes calculan su gasto cardíaco utilizando la fórmula $GC = FC \times VS$.
- Discusión grupal: ¿cómo varió el gasto cardíaco? ¿qué significa este cambio?

Esta actividad permite introducir conceptos como el gasto cardíaco de una manera práctica, motivadora y adaptada a la edad.

Según Joyner y Casey (2015), comprender la fisiología básica del esfuerzo es fundamental para desarrollar programas de ejercicio físico más seguros y efectivos en adolescentes, quienes se encuentran en una etapa crítica de consolidación de hábitos de vida saludables.

2.3.3 Nivel universitario: medición de recuperación y discusión de VO_2

En jóvenes universitarios, especialmente en carreras de educación física, salud o ciencias del deporte, se puede avanzar hacia la interpretación de la recuperación post-ejercicio y el consumo de oxígeno.

Actividad sugerida:

- Se realiza un test de esfuerzo breve (por ejemplo, una prueba de 3 minutos en escalera o circuito funcional).

- Se mide la FC inmediatamente después y cada minuto durante 5 minutos de recuperación.
- Se grafica la curva de recuperación de la FC.
- Se analiza qué tan rápido baja la FC, asociándolo a la eficiencia cardiovascular y a una estimación indirecta del nivel de acondicionamiento físico.
- Se discute el concepto de VO_2 máx. y su relación con la capacidad aeróbica.

El trabajo de Dempsey et al. (2020) resalta la importancia del VO_2 como uno de los principales determinantes del rendimiento físico, así como un indicador clave de salud cardiometabólica en poblaciones jóvenes y adultas.

2.4 Reflexión pedagógica: enseñar desde el cuerpo

Más allá de los números, trabajar los parámetros fisiológicos en la enseñanza deportiva tiene un profundo impacto pedagógico.

Permite a los estudiantes:

- **Desarrollar conciencia corporal:** Aprender a reconocer señales de esfuerzo, fatiga o sobreentrenamiento.
- **Adquirir habilidades de autocuidado:** Saber cuándo disminuir la intensidad o cuándo es seguro seguir exigiéndose.
- **Relacionar teoría y práctica:** Comprender cómo conceptos de biología o fisiología se aplican en su propia experiencia.
- **Motivarse a través de datos personales:** Ver su propio progreso reflejado en mejoras en la recuperación o en la tolerancia al esfuerzo.

- **Participar activamente** en el diseño de su propio entrenamiento o plan de acondicionamiento.

La medición de la frecuencia cardíaca, el control de la presión arterial o la observación de la recuperación son herramientas que empoderan a los estudiantes, haciéndolos protagonistas de su propio proceso de aprendizaje físico y deportivo.

Como señalan Bassett y Howley (2000), integrar la comprensión fisiológica en la práctica deportiva no solo optimiza el rendimiento, sino que también contribuye al desarrollo de un enfoque más científico y reflexivo sobre la actividad física.

3. Regulación neuroendocrina: lo que pasa “por dentro” y cómo explicarlo

Cuando realizamos ejercicio físico, no sólo trabajan nuestros músculos, nuestro corazón y nuestros pulmones. Dentro del cuerpo, de manera silenciosa pero crucial, se activa una compleja red de señales nerviosas y hormonales que permite regular todas las respuestas fisiológicas necesarias para sostener el esfuerzo. Esta interacción entre el sistema nervioso y el sistema endocrino es esencial para adaptar el organismo a las nuevas demandas energéticas, de oxigenación y de equilibrio interno.

Explicar la regulación neuroendocrina puede parecer complejo, pero con un enfoque pedagógico adecuado –que incluya analogías, recursos audiovisuales y relatos corporales– es posible transmitir estos conceptos de forma accesible a estudiantes de diferentes niveles educativos.

3.1 El cerebro como centro de control: inicio de la respuesta al ejercicio

El sistema nervioso central (SNC) actúa como un centro de comando que integra señales provenientes de distintas partes del cuerpo. Apenas iniciamos el movimiento, el cerebro anticipa las necesidades fisiológicas que vendrán. Incluso antes de que cambien los niveles de oxígeno o dióxido de carbono en la sangre, ya se produce una activación de los centros motores y autonómicos (Dempsey et al., 2020).

Analogía útil:

Podemos imaginar al cerebro como el director de una orquesta, que levanta su batuta incluso antes de que suenen los instrumentos. No espera a que haya desajustes en el cuerpo; actúa de manera anticipatoria para coordinar los cambios que se requieren.

Desde el tronco encefálico, especialmente en áreas como la médula oblongada, se regulan reflejos esenciales que ajustan la frecuencia respiratoria y el ritmo cardíaco de forma casi automática, liberando al consciente de la necesidad de controlar cada latido o cada respiración.

Además, el sistema nervioso simpático se activa rápidamente, incrementando la frecuencia cardíaca, la fuerza de contracción del corazón, dilatando las vías respiratorias y redistribuyendo el flujo sanguíneo hacia los músculos activos (Joyner & Casey, 2015).

3.2 La respuesta endocrina: hormonas al rescate

A la par de la activación nerviosa, el sistema endocrino despliega una serie de hormonas que facilitan la adaptación al ejercicio.

- **Adrenalina y noradrenalina:** Son liberadas por la médula suprarrenal casi de inmediato. Aumentan la frecuencia cardíaca, dilatan los bronquios, movilizan glucosa y grasas hacia el torrente sanguíneo para ser utilizadas como fuente de energía (Fletcher et al., 2018).
- **Cortisol:** Se libera principalmente durante esfuerzos prolongados o intensos. Ayuda a mantener niveles adecuados de glucosa en sangre, modulando la respuesta inflamatoria.
- **Hormona del crecimiento y catecolaminas:** Participan en la movilización de ácidos grasos como combustible alternativo y en la preservación de proteínas musculares.

Analogía útil:

Podemos pensar en las hormonas como mensajeros veloces que llevan instrucciones específicas a distintas "fábricas" del cuerpo. Mientras el sistema nervioso actúa como un mensaje por WhatsApp (rápido y directo), el sistema endocrino sería como un correo electrónico: más lento, pero capaz de llegar a todos los departamentos con instrucciones detalladas.

Estos dos sistemas –nervioso y endocrino– no trabajan de manera aislada, sino en conjunto, orquestando una respuesta coordinada que permite al cuerpo sostener el esfuerzo sin colapsar.

3.3 Un ejemplo corporal: el sprint de los 100 metros

Para entender mejor esta regulación integrada, imaginemos la historia corporal de un joven que participa en una carrera de 100 metros:

1. **Antes de la salida:** El sistema nervioso simpático ya está activo. El corazón late más

rápido, las pupilas se dilatan, la respiración se acelera, y los músculos reciben más sangre.

2. **En el disparo de salida:** La adrenalina es liberada en grandes cantidades, aumentando aún más la capacidad del corazón para bombear sangre y de los pulmones para captar oxígeno.
3. **Durante la carrera:** El sistema nervioso coordina los movimientos de brazos y piernas, regula el ritmo respiratorio y gestiona la fatiga muscular. El cortisol comienza a actuar, garantizando que haya suficiente glucosa disponible.
4. **Después de cruzar la meta:** El sistema parasimpático entra en juego, reduciendo la frecuencia cardíaca y respiratoria progresivamente. Las hormonas retornan a sus niveles basales, facilitando la recuperación.

Esta narración no sólo facilita la comprensión de los procesos fisiológicos, sino que también conecta la teoría con la experiencia sensorial de los estudiantes.

3.4 Sugerencia de recurso: video interactivo

Un excelente recurso para ilustrar la regulación neuroendocrina durante el ejercicio sería un **video interactivo** que muestre:

- Representación animada del cerebro enviando señales al corazón, pulmones y músculos.
- Gráficos dinámicos de liberación hormonal (adrenalina, cortisol) durante distintas fases del ejercicio.

- Escenarios que permitan al espectador "elegir" entre distintas intensidades de ejercicio y observar cómo varía la respuesta interna.

Este tipo de recurso puede hacer visible lo invisible, facilitando la apropiación conceptual de procesos que de otro modo resultarían abstractos.

3.5 La importancia del control en el ejercicio

La activación de los sistemas nervioso y endocrino no ocurre de manera ilimitada. Existe un delicado equilibrio que debe mantenerse para evitar respuestas exageradas o insuficientes.

Cuando el esfuerzo es moderado y progresivo, la regulación neuroendocrina actúa como una herramienta adaptativa que mejora el rendimiento, facilita la recuperación y fortalece el organismo. Sin embargo, cuando el esfuerzo es excesivo o prolongado sin la adecuada preparación, puede producirse un desbalance:

- Fatiga severa.
- Inmunosupresión temporal (mayor riesgo de infecciones).
- Aumento de lesiones musculares o articulares.

Por eso, en la enseñanza deportiva, es crucial no solo promover el esfuerzo físico, sino también educar sobre la importancia de la progresión, el descanso adecuado y la recuperación activa.

Según Fletcher et al. (2018), una regulación neuroendocrina eficiente y adaptativa es uno de los factores que diferencia a los atletas que logran un progreso sostenido de aquellos que sufren estancamientos o lesiones recurrentes.

3.6 Analogía extendida: la ciudad en movimiento

Una última analogía puede ayudar a integrar todos los conceptos:

Imaginemos que el cuerpo humano es una gran ciudad:

- El **cerebro** es el centro de mando.
- El **sistema nervioso** son las autopistas de comunicación instantánea.
- El **sistema endocrino** son los servicios postales que envían órdenes detalladas.
- Los **músculos y órganos** son las fábricas que producen energía y movimiento.
- El **sistema respiratorio y circulatorio** son las carreteras de suministro.

Cuando decidimos movernos (hacer ejercicio), la ciudad entra en "modo emergencia controlada": los semáforos cambian su ritmo, los trenes circulan más rápido, los mensajeros entregan paquetes urgentes, las fábricas trabajan a máxima capacidad. Todo sucede de manera sincronizada para evitar el colapso.

Y cuando la emergencia pasa (finaliza el ejercicio), los sistemas retornan gradualmente a su estado de reposo.

Esta metáfora ayuda a los estudiantes a visualizar la complejidad del cuerpo durante el ejercicio, dándole un marco de sentido que va más allá de memorizar nombres y funciones.

3.7 Aplicaciones pedagógicas: enseñar desde dentro

Para que los estudiantes puedan apropiarse de estos conceptos de manera vivencial, se pueden diseñar actividades didácticas como:

- Juegos de rol donde representen distintos "órganos" o "hormonas" del cuerpo.
- Dramatizaciones de una carrera, donde cada equipo represente el sistema nervioso, el sistema hormonal o los músculos.
- Elaboración de mapas conceptuales dinámicos donde se dibujen las rutas de activación nerviosa y hormonal.

Estos métodos permiten aprender de manera activa y colaborativa, favoreciendo la comprensión profunda de la regulación interna que sostiene todo esfuerzo físico.

Como mencionan Dempsey et al. (2020), comprender los mecanismos integrados de la respuesta al ejercicio no sólo mejora el rendimiento, sino que también forma individuos más conscientes de los límites y capacidades de su propio cuerpo.

4. Aplicación didáctica: actividades prácticas para enseñar sobre la función cardiorrespiratoria

La enseñanza de la fisiología del ejercicio no debe quedar restringida a la transmisión de conceptos teóricos. Para que los estudiantes interioricen verdaderamente cómo funcionan el corazón y los pulmones durante el esfuerzo físico, es necesario llevarlos a la experiencia directa, donde puedan sentir, observar y analizar los cambios que ocurren en su propio cuerpo. La actividad física se convierte así en un laboratorio vivo, en el cual cada latido, cada respiración y cada gota de sudor representan datos valiosos de aprendizaje.

Diseñar actividades prácticas que promuevan esta vivencia consciente no solo mejora la comprensión teórica, sino que también fortalece el compromiso de los estudiantes con su propia salud y bienestar.

4.1 Actividad dirigida: "Conociendo mi pulso"

La primera propuesta consiste en una actividad sencilla pero poderosa, ideal para estudiantes de educación básica o primeros niveles de secundaria.

Objetivo:

Que los estudiantes reconozcan su propio ritmo cardíaco y respiratorio en diferentes momentos de la actividad física.

Materiales:

- Reloj o cronómetro.
- Espacio abierto (cancha, patio o aula amplia).

Procedimiento:

1. **Inicio:** Explicar brevemente qué es la frecuencia cardíaca y su relación con el esfuerzo físico.
2. **Medición en reposo:** Enseñar a los estudiantes a localizar su pulso (en la muñeca o cuello). Contar los latidos en 15 segundos y multiplicar por 4 para obtener la frecuencia cardíaca por minuto.
3. **Actividad física:** Realizar una caminata moderada durante 3 minutos.
4. **Medición post-actividad:** Volver a medir la frecuencia cardíaca inmediatamente después de terminar.
5. **Reflexión:** Conversar sobre las diferencias observadas. ¿Aumentó su pulso? ¿Cómo se sintieron?

Notas pedagógicas:

Este ejercicio sencillo introduce la idea de que el cuerpo responde dinámicamente a la actividad física, sentando las bases para comprender procesos más complejos como el gasto cardíaco o la ventilación minuto (Dempsey et al., 2020).

Además, fomenta la autoobservación y desarrolla habilidades de control y autogestión del esfuerzo físico, como señala Fletcher et al. (2018).

4.2 Simulación de prueba: "Mi primer test de esfuerzo"

La segunda propuesta consiste en simular de manera adaptada una prueba de esfuerzo físico.

Objetivo:

Que los estudiantes vivencien cómo varían la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria y la percepción de esfuerzo con diferentes niveles de actividad.

Materiales:

- Cronómetros.
- Escalera o step.
- Fichas de bitácora individual.

Procedimiento:

1. **Inicio:** Recordar brevemente el papel del corazón y los pulmones durante el ejercicio.
2. **Fase 1:** Saltar sobre el step durante 30 segundos de forma moderada. Medir la frecuencia cardíaca.

3. **Fase 2:** Saltar durante 60 segundos a un ritmo más acelerado. Medir nuevamente la frecuencia cardíaca.
4. **Fase 3:** Saltar 90 segundos al máximo ritmo posible. Última medición inmediata.
5. **Recuperación:** Sentarse y medir la frecuencia cardíaca a 1, 3 y 5 minutos de recuperación.

Bitácora de observación (a llenar por cada estudiante):

- FC en reposo.
- FC tras cada fase.
- Sensaciones subjetivas (cansancio, respiración, sudoración).
- Tiempo de recuperación.

Reflexión final:

Cada estudiante analizará su curva de frecuencia cardíaca y su tiempo de recuperación. ¿Quiénes recuperaron más rápido? ¿Qué relación existe entre el esfuerzo percibido y los cambios fisiológicos?

Notas pedagógicas:

Esta actividad permite introducir el concepto de EPOC (exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio), ya que se observará cómo la ventilación y la FC permanecen elevadas después de la actividad (Bassett & Howley, 2000).

También facilita comprender que la eficiencia cardiorrespiratoria no se mide sólo en el rendimiento, sino también en la recuperación, como lo enfatizan Fletcher et al. (2018).

4.3 Bitácora de observación cardiorrespiratoria

La tercera propuesta busca fomentar la autonomía en el monitoreo de las respuestas fisiológicas a través de una bitácora de observación personal.

Objetivo:

Que los estudiantes lleven un registro sistemático de su frecuencia cardíaca y respiratoria en distintos momentos de su actividad semanal.

Tabla 3. Formato sugerido

Día	Activi dad realiz ada	Dura ción (min)	FC inic ial	FC post activi dad	Minutos de recuper ación	Sensaci ones corpora les (libre)
Lunes	Cami nata ligera	20	72	110	3	Sentí calor y algo de fatiga
Miérc oles	Partid o de fútbol	40	68	160	5	Respira ción muy agitada
Viern es	Yoga	30	70	95	2	Relajad o, respirac ión lenta

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento:

- Cada estudiante registra durante una semana tres actividades físicas diferentes.
- Mide su FC antes, después y durante la recuperación.
- Describe de manera libre cómo percibió su cuerpo.

Reflexión grupal:

Se comparten experiencias en clase. ¿Qué actividades provocaron mayores respuestas? ¿Quiénes recuperaron más rápido? ¿Cómo influye el tipo de actividad en la respuesta cardiorrespiratoria?

Notas pedagógicas:

El uso de bitácoras fomenta la metacognición corporal, entendida como la capacidad de reflexionar sobre las propias sensaciones fisiológicas (Joyner & Casey, 2015). Esta habilidad es clave para formar individuos activos y conscientes de su bienestar.

Además, permite integrar elementos de autoevaluación formativa dentro del proceso educativo.

4.4 Diseño de proyectos didácticos a partir de los datos obtenidos

Con los datos recogidos de las actividades anteriores, es posible diseñar pequeños proyectos de investigación escolar:

- Elaborar gráficas de frecuencia cardíaca vs tipo de actividad.

- Comparar tiempos de recuperación según edad o sexo.
- Investigar cómo influye el calentamiento previo en la respuesta cardiorrespiratoria.
- Analizar qué tipo de actividades generan menores tiempos de recuperación.

Estos proyectos integran habilidades científicas básicas (observación, medición, registro, análisis de datos) y fortalecen la conexión entre la educación física y las ciencias naturales.

4.5 Sugerencias para adaptaciones inclusivas

Para estudiantes con limitaciones físicas, se pueden realizar las mismas actividades adaptadas:

- Medir respuesta respiratoria con movimientos de brazos en silla.
- Usar pedales manuales o bicicleta estacionaria de brazos.
- Focalizar la bitácora en la percepción subjetiva del esfuerzo si la medición de FC no es viable.

El enfoque inclusivo garantiza que todos los estudiantes, sin importar sus condiciones, puedan desarrollar la conciencia de su respuesta corporal ante la actividad física.

4.6 Reflexión final: educar el cuerpo y la mente

A través de actividades prácticas como las propuestas en esta sección, los estudiantes no sólo aprenden conceptos fisiológicos, sino que también construyen un vínculo afectivo con su propio cuerpo.

La educación cardiorrespiratoria desde una perspectiva activa y vivencial:

- Fomenta la autonomía en el cuidado de la salud.
- Desarrolla la capacidad de autorregular el esfuerzo físico.
- Promueve la adopción de estilos de vida activos y conscientes.

Como plantean Dempsey et al. (2020), el conocimiento práctico de los procesos respiratorios y circulatorios no sólo es fundamental para los atletas, sino también para toda la población, en un mundo donde el sedentarismo y las enfermedades cardiovasculares representan desafíos crecientes.

Incorporar esta visión integradora en las clases de educación física y ciencias naturales es, sin duda, una inversión educativa a largo plazo.

Glosario

Actividad física:

Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto de energía mayor al del reposo.

Adrenalina:

Hormona liberada por la médula suprarrenal en situaciones de estrés o ejercicio, que aumenta la frecuencia cardíaca, dilata las vías respiratorias y moviliza fuentes de energía en el cuerpo.

Cortisol:

Hormona producida por las glándulas suprarrenales en respuesta al estrés físico o emocional. Durante el ejercicio, ayuda a mantener niveles adecuados de glucosa en sangre y a modular la respuesta inflamatoria.

Deuda de oxígeno (EPOC):

Exceso de consumo de oxígeno que persiste después de finalizar el ejercicio, necesario para restaurar las condiciones basales del organismo.

Frecuencia cardíaca (FC):

Número de latidos del corazón por minuto. Es un indicador clave de la intensidad del esfuerzo físico.

Frecuencia respiratoria (FR):

Número de respiraciones completas realizadas por minuto. Aumenta proporcionalmente al nivel de actividad física.

Gasto cardíaco (GC):

Volumen de sangre que el corazón bombea en un minuto. Se calcula multiplicando la frecuencia cardíaca por el volumen sistólico.

Hormona:

Sustancia química producida por glándulas especializadas que actúa como mensajero en el cuerpo, regulando funciones fisiológicas a distancia.

Oxígeno (O₂):

Gas esencial para la vida celular, utilizado en la producción de energía en las mitocondrias.

Presión arterial (PA):

Fuerza ejercida por la sangre contra las paredes de las arterias. Se expresa mediante dos valores: presión sistólica (máxima) y presión diastólica (mínima).

Regulación neuroendocrina:

Coordinación entre el sistema nervioso y el sistema endocrino para ajustar las funciones corporales durante el ejercicio, asegurando el mantenimiento de la homeostasis.

Sistema cardiovascular:

Conjunto de órganos (corazón, vasos sanguíneos) encargado de transportar sangre, oxígeno y nutrientes a los tejidos del cuerpo.

Sistema respiratorio:

Conjunto de órganos (nariz, tráquea, pulmones) responsable del intercambio gaseoso, permitiendo la captación de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono.

Sistema nervioso autónomo:

Parte del sistema nervioso que regula de manera involuntaria funciones como la frecuencia cardíaca, la respiración y la digestión, especialmente durante el ejercicio.

Sistema simpático:

Rama del sistema nervioso autónomo que prepara al cuerpo para la actividad intensa, acelerando la frecuencia cardíaca, aumentando la ventilación y movilizand energía.

Volumen sistólico (VS):

Cantidad de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo del corazón en cada latido.

VO₂ máximo (VO₂ máx.):

Máxima cantidad de oxígeno que el cuerpo puede consumir durante un ejercicio intenso. Es un indicador de la capacidad aeróbica y del nivel de condición física.

Referencias bibliográficas

- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70-84.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- de Oliveira, D. S., Carrascoza, L. S., de Almeida, L. S., Ramos, J. C., Oliveira, L. L. S., & Silva, R. P. (2022). Cardiovascular physiology and autonomic heart rate regulation learning by exercise physiology students using a didactic model and Socrative App. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 28.
<https://doi.org/10.1590/S1980-657420220011321>
- Dempsey, J. A., Blain, G. M., & Amann, M. (2020). Respiratory system limitations to performance in exercise. *Comprehensive Physiology*, 10(1), 691-732.
<https://doi.org/10.1002/cphy.c190003>
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., ... & Williams, M. A. (2018). Exercise standards for testing and training: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873-934.
<https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44>
- Forså, M. I., Bjerring, A. W., Haugaa, K. H., & Smedsrud, M. K. (2023). Young athlete's growing heart: Sex differences in cardiac adaptation to exercise training in adolescence.

Open Heart, 10(1).
<https://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002155>

Gojanovic, B., Feihl, F., Liaudet, L., & Gremion, G. (2011). Whole body vibration training elevates creatine kinase levels: A marker of muscle damage? *Swiss Medical Weekly*, 141, w13222. <https://doi.org/10.4414/smw.2011.13222>

Haun, C. T., Mumford, P. W., Roberson, P. A., Romero, M. A., Mobley, C. B., Kephart, W. C., ... & Roberts, M. D. (2017). Molecular, neuromuscular, and recovery responses to light versus heavy resistance exercise in young men. *Physiological Reports*, 5(18), e13457. <https://doi.org/10.14814/phy2.13457>

Jacinto, L. C., Fernandes, B. T. T., & de Oliveira, D. S. (2019). Use of CMAP tools® software to teaching muscle contraction: A preliminary study. *Educação e Pesquisa*, 25(1), e101985. <https://doi.org/10.1590/s1980-6574201900010012>

Jayaputra, V. M. B., & Putriningtyas, N. D. (2024). Effect of chocolate milk consumption on cardio-respiratory fitness and anaerobic capacity in adolescents. *Advances in Nutrition and Food Technology*, 8(2), 295-304. <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i2.2024.295-304>

Joyner, M. J., & Casey, D. P. (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: A hierarchy of competing physiological needs. *Physiological Reviews*, 95(2), 549-601. <https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2013>

- Kozina, Z., Borysenko, I., Grynyova, V., Masych, M., Iermakov, S., & Sobko, I. (2021). Influence of sports specialization and body length on physiological indicators of girls aged 14-15 years. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(3), 200-207. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.03200>
- Pérez-Samaniego, V. M., Devís-Devís, J., & Smith, B. (2011). Narrative research in physical education and sport: The use of personal stories and autobiographical writing. *Movimento*, 17(1). <https://doi.org/10.22456/1982-8918.17752>
- Sember, V., Jurak, G., Kovač, M., Morrison, S. A., Starc, G., & Rocha, P. M. (2020). Children's physical activity, academic performance and cognition: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00307>
- Wong, A. H.-P., Wong, L.-W., & Low, I. C. C. (2023). Mobile application-assisted graded exercise program in practical sessions for understanding physiological responses to exercise. *Advances in Physiology Education*, 47(2). <https://doi.org/10.1152/advan.00231.2022>

ISBN: 978-9942-53-018-9



Compás
capacitación e investigación