

# Psicofisiología deportiva: medidas cardiovasculares e interacción mente-cuerpo

Estudio de las relaciones entre procesos psicológicos, respuestas fisiológicas y conducta deportiva mediante registros e interpretaciones situados en una tarea y un contexto.

Autoría: EDUFISICA

Publicación: 2026-10-15

Versión del contenido: 2026-10-15

Módulo: Tecnologías y líneas de investigación

Nivel propuesto: Avanzado

Lectura estimada: 23 min · 5030 palabras de cuerpo

## Resumen

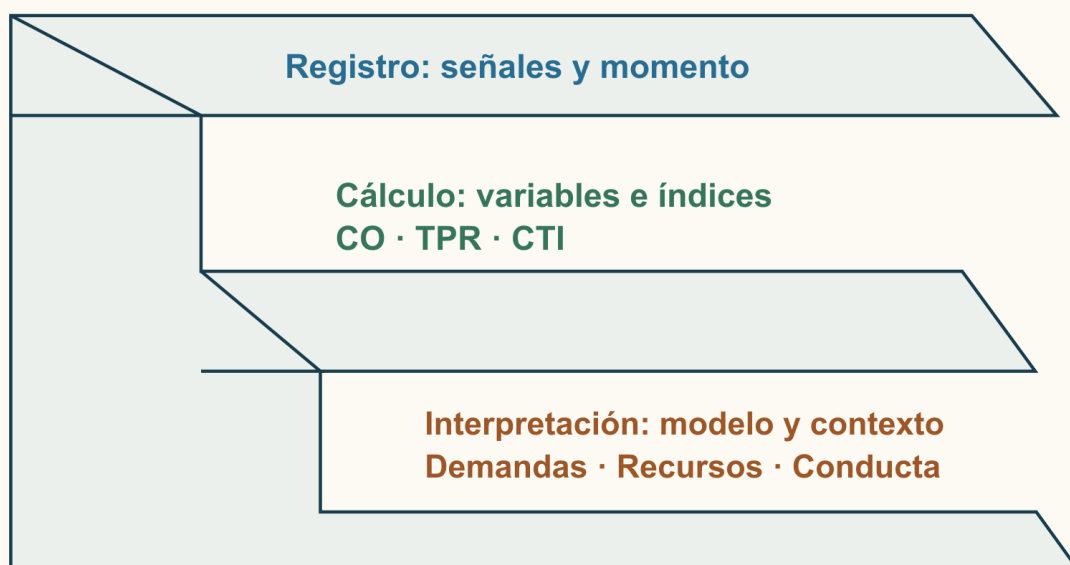
La psicofisiología deportiva estudia relaciones entre actividad corporal, procesos psicológicos y conducta. Esta lectura explica qué información aportan medidas cardiovasculares y cómo se relacionan con registros cerebrales, atención y actuación. Distingue frecuencia cardíaca, variabilidad entre latidos, gasto cardíaco, resistencia periférica e indicadores contruidos a partir de esas señales. Examina el modelo de desafío y amenaza y el caso de pentatlón moderno descrito por Crowe y colaboradores, con sus diferencias individuales y su análisis expresamente descriptivo. Contrasta esos contenidos con la agenda de interacción corazón-cerebro de Bertollo, Berchicci y di Fronso y con la evaluación contextual de Ezquerro. La calidad del registro, el momento de medida y la interpretación se tratan como problemas diferentes. Los ejemplos y esquemas son didácticos: una señal aislada no se presenta como diagnóstico, lectura directa del pensamiento o prueba de mejora del rendimiento.

Palabras clave: Psicofisiología deportiva; Medidas cardiovasculares; Interacción mente-cuerpo; Desafío y amenaza; Variabilidad cardíaca; Interocepción; Evaluación psicológica

<https://edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/psicofisiologia-deportiva-medidas-cardiovascular-es-e-interaccion-mente-cuerpo.html>

## Del registro a una interpretación

Tres planos que requieren decisiones diferentes



Una transformación del dato no es una lectura directa del pensamiento.

[Inferencia] Secuencia analítica propia basada en Crowe y colaboradores y en Ezquerro. Los pliegues distinguen operaciones; no representan una cadena causal del cuerpo al pensamiento ni una escala de exactitud. CO, TPR y CTI conservan su carácter de variables e índice del capítulo.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Emily M. Crowe, Mark R. Wilson, David J. Harris y Samuel J. Vine (2021); Milagros Ezquerro García-Noblejas (2015).

## Estudiar relaciones entre cuerpo, experiencia y actuación

Bertollo, Berchicci y di Fronso sitúan la psicofisiología en el estudio de relaciones entre estados psicológicos, respuestas fisiológicas y comportamiento. En deporte, su capítulo destaca interacciones entre cerebro, corazón y músculo durante tareas concretas. La pregunta no consiste únicamente en obtener una señal corporal, sino en conocer qué relación guarda con la preparación, la percepción y la ejecución. El significado de un registro depende del proceso investigado y de las condiciones en las que se obtiene.<sup>[2]</sup>

Crowe y colaboradores presentan medidas cardiovasculares y seguimiento ocular como fuentes de información para trabajo aplicado con deportistas. Sus registros pueden aportar datos que no son idénticos a lo que informa una persona o interpreta un entrenador. Esa diferencia de acceso no convierte una señal en lectura directa del estado mental. El propio capítulo desarrolla limitaciones de adquisición, procesamiento y uso en situaciones deportivas. Comprender esas condiciones forma parte de interpretar los datos, además de conocer qué variable se ha registrado.<sup>[1]</sup>

Ezquerro explica que los constructos psicológicos suelen conocerse mediante indicadores y que la conducta debe situarse en la interacción entre características personales y circunstancias. Esta perspectiva permite integrar señales con experiencias y acciones. Una variación fisiológica puede constituir una pista pertinente para una pregunta, pero requiere contraste y contexto. El problema de evaluación no queda resuelto al disponer de números: todavía hay que precisar qué representan y cómo se relacionan con el fenómeno que se quiere comprender.<sup>[3]</sup>

La monografía se centra en medidas cardiovasculares y su relación con procesos psicológicos y cerebrales según las obras de 2015 y 2021. Incluye un caso aplicado y una agenda de investigación. Los instrumentos se explican por el tipo de información que aportan; no se ofrece una pauta para interpretar la salud o diagnosticar a una persona. Las propuestas de entrenamiento de las fuentes mantienen su condición de propuestas cuando el capítulo no presenta una evaluación específica de sus efectos.<sup>[1][2][3]</sup>

## Señal, indicador y constructo son niveles diferentes

Una señal registrada, una variable calculada y un constructo psicológico no son el mismo objeto. Crowe y colaboradores explican que gasto cardíaco y resistencia periférica se estiman mediante señales eléctricas y presión arterial; un índice de desafío y amenaza combina información derivada. A continuación se interpreta esa respuesta dentro de un modelo sobre demandas y recursos. Entre el registro y la explicación existen decisiones y supuestos que conviene conservar visibles, en lugar de presentar todo el proceso como una medición directa del pensamiento.<sup>[1]</sup>

Ezquerro utiliza la distinción entre datos observados e inferidos para organizar evaluación. Los autoinformes aportan percepciones y pueden estar afectados por interpretación de preguntas o sesgos; la observación y los registros fisiológicos añaden otras vías. Que varias fuentes se relacionen con un constructo no significa que sean intercambiables. Cada una describe un aspecto y tiene limitaciones. La integración exige examinar qué informa cada dato y qué explicación se formula a partir del conjunto.<sup>[3]</sup>

Bertollo, Berchicci y di Fronso amplían el problema cuando relacionan señales centrales y periféricas. Registrar actividad cerebral y cardíaca simultánea permite investigar vínculos, pero la sincronización y el análisis deben corresponder a una pregunta. Una relación temporal entre registros no identifica por sí sola la experiencia consciente de un deportista ni prueba todos los mecanismos de un modelo. El capítulo propone estudiar esas conexiones con diseños adecuados, distinguiendo posibilidades técnicas y conocimiento que todavía necesita contraste.<sup>[2]</sup>

El vocabulario fisiológico requiere distinguir nombres de sustancias y nombres de sistemas. El glosario de Moran y Toner identifica epinefrina con adrenalina y la

relaciona con respuestas corporales de alarma; introduce norepinefrina como un neurotransmisor. Por otra parte, define el sistema nervioso autónomo como parte del sistema periférico que regula órganos internos y funciones involuntarias, entre ellas las cardíacas. Estas denominaciones no son nombres alternativos de una emoción ni lecturas directas de su significado psicológico.<sup>[4]</sup>

[Inferencia] Si en una tarea hipotética una señal cambia y una persona informa más preocupación, se habrían observado dos contenidos relacionados en el tiempo. Para interpretarlos sería necesario conocer el momento, la tarea, la calidad del registro y otras condiciones. La coincidencia no convierte automáticamente la señal en una escala de preocupación ni demuestra qué produjo el cambio. El ejemplo muestra la diferencia entre disponer de datos y justificar una conclusión psicológica a partir de ellos.<sup>[1][2][3]</sup>

## Qué medidas cardiovasculares se están comparando

La frecuencia cardíaca expresa cuántos latidos se producen en un intervalo de tiempo. La variabilidad de la frecuencia cardíaca, abreviada HRV en el capítulo de Bertollo, Berchicci y di Fronso, se refiere a variaciones de los intervalos entre latidos. La cantidad de latidos y su organización temporal describen aspectos diferentes. El capítulo relaciona HRV con propuestas de adaptación flexible y autorregulación, pero esas relaciones no convierten cualquier valor en una medida completa de capacidad psicológica individual.<sup>[2]</sup>

Crowe y colaboradores definen el gasto cardíaco como cantidad de sangre expulsada por el corazón por minuto. La resistencia periférica total describe el balance de dilatación y constricción de la vasculatura dentro de su exposición. Son variables distintas de la frecuencia cardíaca. El capítulo utiliza ambas para estudiar reactividad cardiovascular en un marco de desafío y amenaza. Conservar sus diferencias evita reducir toda respuesta corporal al enunciado general de que el corazón va más rápido.<sup>[1]</sup>

La cardiografía por impedancia que describen los autores estima cambios cardiovasculares a partir de conductividad eléctrica del tórax y otros datos. No todas las variables resultantes se observan directamente: el capítulo recalca su carácter estimado. Ezquerro enumera tasa, variabilidad y otros indicadores fisiológicos dentro de evaluación, vinculándolos a actividad psicológica y carga de tarea. Esas posibilidades de información requieren especificar qué se registra, qué se calcula y qué relación se pretende examinar.<sup>[1][3]</sup>

[Inferencia] Dos descripciones hipotéticas podrían mencionar un aumento de latidos y una modificación de la variabilidad temporal. Aunque ambas se refieran al corazón, no estarían informando la misma variable. Para compararlas haría falta conocer cómo se obtuvo cada una y en qué circunstancia. El ejemplo no asigna un significado

favorable o desfavorable a ningún valor. Su función es mostrar por qué el nombre exacto de la medida importa antes de relacionarla con presión, atención o rendimiento.<sup>[1][2]</sup>

## El modelo de desafío y amenaza

Crowe y colaboradores presentan el modelo biopsicosocial de desafío y amenaza para explicar diferencias de respuesta ante presión. El marco relaciona demandas percibidas de una tarea y recursos percibidos para afrontarla. Cuando recursos igualan o superan demandas, se plantea un estado de desafío; cuando las demandas se consideran superiores, un estado de amenaza. Esta es una formulación teórica sobre valoración y respuesta, no una clasificación de la personalidad o de la capacidad total del deportista.<sup>[1]</sup>

El capítulo describe perfiles cardiovasculares relacionados con ambos estados. En su exposición, el gasto cardíaco aumenta en los dos, aunque el perfil relativo y la resistencia periférica permiten diferenciarlos dentro del modelo. Por eso una sola señal de activación no contiene toda la comparación. Los autores enlazan estas respuestas con sistemas fisiológicos, pero su aplicación requiere atender a cómo se adquieren los datos y a qué momento corresponde la valoración. El modelo orienta una interpretación que debe contrastarse.<sup>[1]</sup>

El carácter situacional también es importante. Una tarea puede interpretarse de manera diferente según recursos, dificultad y circunstancias. Ezquerro sitúa la evaluación en esa interacción, mientras el caso de Crowe y colaboradores muestra respuestas individuales que no siguen todas el mismo patrón de rendimiento. El marco permite formular preguntas sobre una situación de presión sin concluir que una persona amenazada actuará necesariamente peor en cualquier tarea o que un estado de desafío asegura un desenlace competitivo favorable.<sup>[1][3]</sup>

[Inferencia] Una deportista hipotética podría considerar suficientes sus recursos en un ejercicio conocido y dudar de ellos en otro que percibe más difícil. El contraste plantearía una pregunta situada sobre demandas y recursos. No bastaría para describirla como una persona de amenaza o de desafío. Tampoco permitiría anticipar un resultado sin considerar la tarea y la actuación. El ejemplo conserva la función explicativa del modelo y evita transformarlo en una etiqueta estable atribuida a quien participa.<sup>[1][3]</sup>

## Qué representa el índice de desafío y amenaza

El índice de desafío y amenaza, CTI por su denominación inglesa, combina en la exposición de Crowe y colaboradores valores de reactividad del gasto cardíaco y resistencia periférica. Los valores se transforman para hacer posible esa combinación; el capítulo explica que un índice mayor representa una respuesta más próxima a desafío según el modelo. Se trata de un resumen construido con variables estimadas, cuyo sentido depende de la referencia y del procedimiento de medida.<sup>[1]</sup>

Esta construcción no equivale a preguntar directamente al deportista cómo valora una demanda. El registro fisiológico y la experiencia informada aportan perspectivas que pueden compararse. Ezquerro insiste en que los indicadores requieren contraste y en que una evaluación no debe reducirse a vincular una variable con el resultado competitivo. Para estudiar una respuesta concreta es necesario conservar qué información se recogió, cómo se obtuvo y qué explicación se está proponiendo a partir de ella.<sup>[1][3]</sup>

El caso aplicado del capítulo utiliza CTI para describir diferencias antes de una tarea bajo instrucciones de presión. Los autores informan once trazas cardiovasculares, aunque el diseño comenzó con doce participantes. No explican en ese pasaje la diferencia, por lo que no se añade una causa. Los signos y desplazamientos descritos se interpretan dentro del caso. No proporcionan un punto de corte diagnóstico, una norma para todos los deportes ni una probabilidad individual de éxito.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] Si dos registros hipotéticos dieran índices distintos, la comparación tendría que considerar referencias, condiciones y calidad de los datos. Un número aislado no permitiría saber qué pensó cada participante, si comprendió las instrucciones o por qué actuó de determinada manera. El ejemplo no cuestiona la utilidad del índice para su pregunta original. Delimita qué información adicional necesitaría una interpretación y por qué un resumen cardiovascular no sustituye conocer el contexto y la experiencia de la persona.<sup>[1][3]</sup>

## El momento de registro cambia la pregunta

Crowe y colaboradores advierten que las variables cardiovasculares utilizadas para desafío y amenaza deben recogerse antes de la actuación y con participantes sentados, para evitar que nivel de actividad confunda esa interpretación. Dentro del procedimiento descrito, CTI no es una medida en línea del estado durante una tarea deportiva activa. La limitación es concreta: un indicador obtenido en preparación informa de esa condición previa, aunque después se relacione con una actuación que ocurre en otro momento.<sup>[1]</sup>

En su caso de carrera y tiro, la cardiografía se registró antes de la tarea, mientras las métricas de ejecución y la mirada se recogieron durante ella. Conservar esa

separación permite entender la comparación. Los datos no representan dos sistemas registrados de la misma forma durante todo el recorrido. La secuencia sitúa una respuesta a instrucciones y, después, un comportamiento en la tarea. Atribuir al índice una lectura continua del esfuerzo o la ansiedad durante la carrera excedería lo descrito.<sup>[1]</sup>

Bertollo, Berchicci y di Fronso plantean otra pregunta: cómo registrar interacciones corazón-cerebro en situaciones dinámicas y ecológicas. El desarrollo de dispositivos móviles aparece como oportunidad para investigar. Esa agenda no anula las restricciones del CTI del otro capítulo. Diferentes señales, técnicas y modelos tienen condiciones propias. Una posibilidad de registro durante movimiento no hace válida cualquier interpretación psicológica de cualquier índice. La pregunta metodológica necesita precisar el dato y el fenómeno que se pretende estudiar.<sup>[1][2]</sup>

[Inferencia] Un esquema hipotético de investigación podría distinguir preparación sentada, ejecución activa y recuperación. Encontrar medidas en esas tres fases no demostraría que sean comparables sin ajustes o que describan el mismo proceso. La actividad, el tiempo y la finalidad forman parte del dato. El ejemplo ayuda a leer los capítulos en conjunto, manteniendo separadas la restricción de un indicador aplicado y la búsqueda de métodos para examinar procesos durante tareas reales.<sup>[1][2]</sup>

## El momento forma parte de la medida

Separación temporal en el caso de carrera y tiro



Los registros corresponden a momentos diferentes del caso.

[Inferencia] Escenas originales de la separación temporal descrita por Crowe y colaboradores. El símbolo de tarea no reproduce posiciones, técnica o instrucciones de tiro. CTI no se presenta como medida en línea durante actividad.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Emily M. Crowe, Mark R. Wilson, David J. Harris y Samuel J. Vine (2021).

## La calidad de la señal forma parte del resultado

El movimiento y el sudor pueden desplazar dispositivos o electrodos en situaciones deportivas, según Crowe y colaboradores. El resultado puede ser información inexacta o ausente. Los autores señalan que ignorar esos periodos puede conducir a conclusiones inadecuadas. Una tarea más cercana a la competición puede aportar pertinencia, pero también dificultades de adquisición. La calidad no se reduce a que el instrumento produzca un archivo: importa si los registros permiten responder la pregunta que motivó la medida.<sup>[1]</sup>

El capítulo describe señales cardiovasculares con ruido que requieren procesamiento. Seleccionar momentos relevantes, filtrar y decidir cómo manejar ausencias son decisiones analíticas con consecuencias. Los autores piden definir planes de análisis y explicitar el tratamiento de datos faltantes. Estas decisiones no añaden automáticamente información que no se registró. También condicionan qué periodos se pueden comparar y qué incertidumbre conserva una conclusión. Una curva de

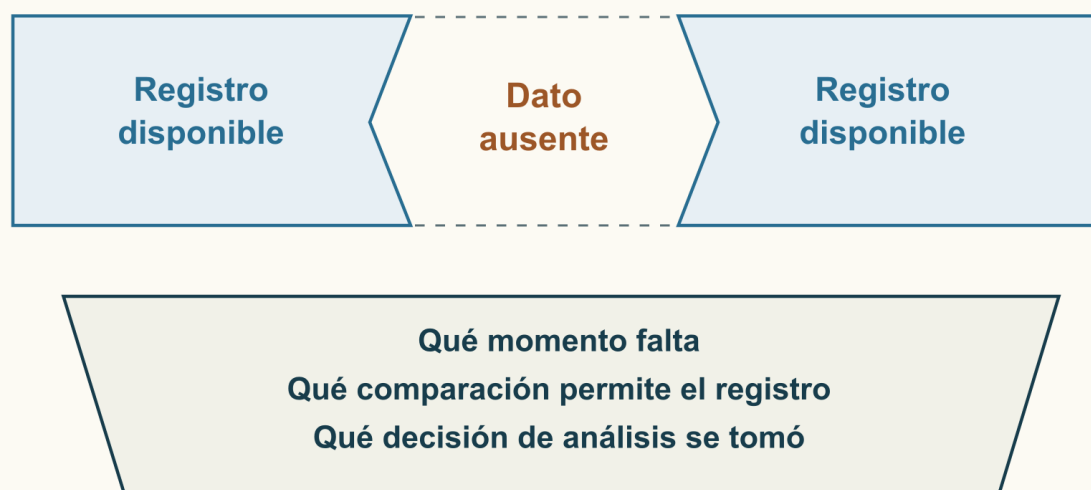
aspecto limpio puede ocultar pasos de procesamiento que deben conocerse para interpretarla.<sup>[1]</sup>

En la agenda de Bertollo, Berchicci y di Fronso, registrar simultáneamente actividad cerebral y cardíaca requiere identificar acontecimientos y referencias temporales. Las tareas continuas y los movimientos discretos plantean análisis distintos. La miniaturización permite nuevas preguntas, pero sigue siendo necesario establecer fiabilidad y pertinencia ecológica. Calidad instrumental y validez de la explicación son cuestiones relacionadas: un registro técnicamente utilizable puede no medir por sí solo el constructo que se quiere inferir, y un modelo interesante necesita datos adecuados para su contraste.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] En una serie hipotética, un tramo ausente durante la parte más exigente de la tarea sería información sobre una limitación, no una respuesta fisiológica nula. Si ese periodo fuera importante para la pregunta, habría que conservar que no se conoce. El ejemplo no propone una técnica de sustitución de valores ni un criterio universal de exclusión. Explica por qué las decisiones sobre ausencias y momentos deben formar parte de la interpretación de cualquier resultado presentado.<sup>[1][2]</sup>

## La ausencia de señal también limita la lectura

Un tramo sin información conserva su condición de desconocido



Una ausencia no es una respuesta nula ni una medida del estado mental.

[Inferencia] Registro hipotético sin valores ni curva experimental, inspirado en los problemas de adquisición y procesamiento de Crowe y colaboradores. El corte no indica duración, frecuencia de fallos o una pauta para sustituir datos.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Emily M. Crowe, Mark R. Wilson, David J. Harris y Samuel J. Vine (2021).

## El caso de pentatlón moderno: qué se hizo

Crowe, Wilson, Harris y Vine presentan un caso de doce atletas en una tarea combinada de carrera y tiro láser. El propósito era explorar control visuomotor y ejecución bajo combinaciones de presión y fatiga, e identificar condiciones que resultaran difíciles para cada participante. El formato de la prueba se describe dentro del capítulo de 2021. Aquí se conserva como contexto de aquel trabajo, sin presentar sus características como reglas actuales del pentatlón moderno.<sup>[1]</sup>

El diseño incluyó cuatro condiciones que combinaron niveles bajos y altos de presión y fatiga. Los autores modificaron el ritmo de una carrera de 800 metros para manipular fatiga. Para presión utilizaron instrucciones de evaluación social: en una condición se hablaba de comprobación del equipo y en otra de competición entre participantes y grabación para un documental. Es una descripción de lo realizado por los autores, no una pauta de entrenamiento para reproducir con un equipo.<sup>[1]</sup>

El capítulo informa que índices subjetivos y objetivos apoyaron la manipulación de presión. Recogió medidas cardiovasculares antes de carrera y tiro, y datos de mirada y ejecución durante la tarea. La condición de baja presión y baja fatiga sirvió como referencia para construir un modelo visuomotor de tiro. El objetivo aplicado era aportar información para trabajo individualizado, no demostrar mediante ese diseño la eficacia posterior de un programa de intervención basado en los registros.<sup>[1]</sup>

Una nota metodológica del capítulo aclara que sus conclusiones proceden de observación de datos descriptivos y que no se realizaron análisis estadísticos. Esta advertencia modifica cómo deben leerse expresiones de efecto o diferencias utilizadas en el relato. Los resultados ofrecen patrones y ejemplos del caso, sin un contraste inferencial informado. Mantener visible esta condición permite valorar el material aplicado sin atribuirle una demostración estadística o una generalización que la fuente no presenta.<sup>[1]</sup>

## Los resultados del caso y las diferencias individuales

El capítulo describe que siete de once participantes representados en el índice cardiovascular mostraron una respuesta más próxima a amenaza después de las instrucciones de presión. La proporción corresponde a esas trazas, dentro del caso. No constituye una probabilidad de reaccionar así en otra muestra, ni aclara por qué hay once registros cuando se describieron doce atletas al inicio. La información ausente se conserva como límite en lugar de completarla con una explicación técnica o personal no documentada.<sup>[1]</sup>

Los autores examinan también la relación entre CTI y cantidad de intentos necesarios para alcanzar cinco aciertos. Destacan dos atletas con respuesta más próxima a amenaza y consecuencias de ejecución diferentes: uno rindió peor y otro mejor. El

contraste muestra por qué la lectura individual no se sustituye por el patrón grupal. Además, los autores proponen una interpretación sobre cómo el segundo atleta habría valorado síntomas de presión. Esa explicación conserva su carácter propuesto, sin convertirla en mecanismo comprobado por el índice.<sup>[1]</sup>

Los resultados de mirada y ejecución presentan variación entre condiciones e individuos. La fuente describe tendencias asociadas con presión y ejemplos donde fatiga parece más relevante para un atleta. Todos estos pasajes deben leerse junto a la nota de análisis descriptivo. El interés del caso reside en hacer visibles preguntas individuales y condiciones de actuación, no en definir una relación obligatoria entre amenaza, duración de mirada y resultado. La diversidad observada limita una traducción simple de señal a conducta.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] Un uso didáctico de ese contraste sería separar dato cardiovascular, ejecución observada e interpretación propuesta en tres columnas. Dos personas podrían compartir la dirección de un cambio fisiológico y diferir en la tarea. Esa representación ayudaría a conservar la diferencia entre observación y explicación. No permitiría deducir qué produjo el resultado de cada una ni establecer que cualquier respuesta de amenaza puede interpretarse como beneficiosa. El ejemplo organiza información del caso sin añadir resultados a sus registros.<sup>[1]</sup>

## Una respuesta no fija un único resultado

El capítulo compara dos trayectorias individuales



Dos ejemplos descriptivos del caso, sin análisis estadístico informado.

[Inferencia] Comparación gráfica original de los dos ejemplos de Crowe y colaboradores. No se dibujan valores de CTI, tamaños de efecto o probabilidades. La fuente declara análisis descriptivo y propone una explicación del segundo caso, sin demostrarla como mecanismo.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Emily M. Crowe, Mark R. Wilson, David J. Harris y Samuel J. Vine (2021).

## Combinar medidas sin tratarlas como equivalentes

Crowe y colaboradores combinan una medida previa de reactividad cardiovascular con registros de mirada durante una habilidad. Las dos fuentes aportan preguntas diferentes: cómo responde el organismo a instrucciones y cómo se organiza el comportamiento visual en relación con la acción. Su uso conjunto permite comparar planos de información. No significa que CTI mida mirada o que una fijación visual describa por sí sola toda la respuesta emocional. La combinación conserva valor cuando se reconocen sus objetos y sus tiempos.<sup>[1]</sup>

El capítulo utiliza quiet eye para examinar un periodo visual relacionado con preparación y ejecución del tiro. Lo interpreta mediante modelos de control atencional y presenta un patrón de referencia. En esta monografía interesa su relación con las otras medidas, sin recorrer todo el entrenamiento ocular. Los propios autores señalan que mirar un punto no permite medir atención encubierta o visión periférica. Por eso el registro visual tampoco constituye una lectura completa de lo que atiende o piensa el atleta.<sup>[1]</sup>

Ezquerro propone contrastar indicadores y organizar relaciones con el contexto de conducta. La integración no consiste en elegir de antemano un dato como verdadero y descartar los restantes. Una discrepancia puede señalar objetos distintos, momentos diferentes o limitaciones de alguna medida. Bertollo, Berchicci y di Fronso plantean de forma semejante estudiar vínculos entre sistemas centrales y periféricos. Más señales amplían el material disponible, pero también exigen precisar cómo se relacionan y qué hipótesis permiten contrastar.<sup>[1][2][3]</sup>

[Inferencia] Si una tarea hipotética mostrara un cambio en mirada, una respuesta cardiovascular previa y un relato de preocupación, cada contenido necesitaría su referencia temporal. Podrían coincidir o divergir sin que una sola discrepancia invalidara todo el conjunto. El ejemplo ilustra una pregunta de integración y no establece un algoritmo para leer estados internos. Para interpretarlo haría falta conocer tarea, instrumentos y experiencia, manteniendo que la concordancia entre indicadores tampoco demuestra por sí sola un mecanismo causal.<sup>[1][2][3]</sup>

## Registrar interacciones entre corazón y cerebro

El electrocardiograma, ECG, y el electroencefalograma, EEG, registran actividad eléctrica relacionada con corazón y cerebro, respectivamente. Bertollo, Berchicci y di Fronso explican que su registro simultáneo permite investigar relaciones entre sistemas. El análisis cambia según se estudien movimientos continuos o acciones discretas con un momento identificable. La pregunta sobre interacción requiere conocer cómo se vinculan temporalmente los datos, además de disponer de dos registros recogidos en una misma sesión.<sup>[2]</sup>

Los potenciales evocados por el latido, HEP, se obtienen relacionando temporalmente actividad cerebral con ondas R del registro cardíaco. El capítulo los presenta como una medida para estudiar procesamiento cortical de latidos e interocepción. Su cálculo necesita registro simultáneo de EEG y ECG. No son el número de latidos ni un sinónimo de HRV. Cada variable utiliza información y análisis diferentes, aunque las tres participan en preguntas sobre comunicación corazón-cerebro.<sup>[2]</sup>

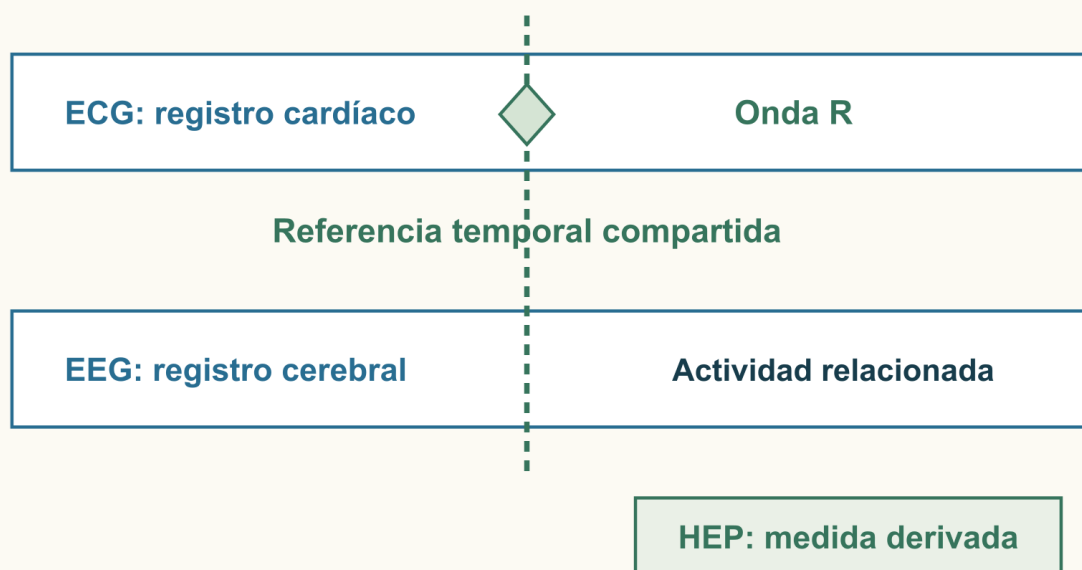
Los autores también describen una red autonómica central que integra estructuras corticales y subcorticales. Reseñan funciones propuestas o estudiadas de ínsula, amígdala y corteza prefrontal en regulación, percepción y respuestas cardiovasculares. Parte de esa base procede de estudios generales o clínicos. Se conserva como fundamento de la pregunta deportiva, sin afirmar que cada relación haya sido demostrada durante una tarea de atletas. El paso desde un marco neurofisiológico a una aplicación deportiva requiere evidencia específica.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] Un registro hipotético podría sincronizar una acción con señales cardíacas y cerebrales para preguntar qué varía antes y después. Esa organización temporal haría posible una comparación, pero no identificaría automáticamente qué siente la

persona. Tampoco probaría que una región dirige por sí sola toda la ejecución. El ejemplo desarrolla la función metodológica de combinar señales, conservando la diferencia entre relación observada, interpretación dentro de un modelo y mecanismo causal que necesitaría un diseño adecuado para contrastarse.<sup>[2]</sup>

## Relacionar señales exige una referencia

Registro simultáneo para estudiar potenciales evocados por el latido



HEP requiere ambos registros; no es sinónimo de HRV o frecuencia.

[Inferencia] Esquema conceptual original basado en Bertollo, Berchicci y di Fronso. Las bandas carecen de trazas experimentales, escalas y valores. La referencia muestra una operación analítica descrita por la fuente y no una lectura directa de pensamiento o emoción.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Maurizio Bertollo, Marika Berchicci y Selenia di Fronso (2021).

## Modelos de autorregulación e interpretación corporal

Bertollo, Berchicci y di Fronso relacionan autorregulación con procesos conductuales, emocionales, cognitivos y fisiológicos. Presentan el modelo de integración neurovisceral como una propuesta de coordinación entre regulación cognitiva, afectiva y corporal al servicio de una conducta orientada a metas. Su función es organizar relaciones entre procesos. No implica que una sola variable cardiovascular resuma todas esas funciones, ni que un valor aislado permita decidir cuánto control psicológico tiene una persona en cualquier circunstancia.<sup>[2]</sup>

El capítulo introduce también un modelo de codificación predictiva, donde percepción del cuerpo y del entorno implican inferencia, aprendizaje y predicción. Según esa propuesta, el sistema utiliza y actualiza modelos de entradas sensoriales. Aquí se

trata como marco teórico, distinto de una observación directa en el caso de pentatlón. Relacionar experiencia y señal no exige asumir que el mismo mecanismo explique toda conducta deportiva. Los modelos generan preguntas que necesitan medidas y diseños apropiados para su evaluación.<sup>[2]</sup>

La reseña incluye un trabajo donde dirigir atención a estímulos internos o externos se relaciona con diferencias en HEP. Los autores proponen estudiar esa medida en deportes de precisión y examinar cómo atención y preparación cardíaca participan en decisiones. La población y la tarea de un trabajo general no se convierten en resultados deportivos por incluirse en el capítulo. La propuesta futura conserva precisamente la necesidad de verificar cómo aparecen esas relaciones en un contexto deportivo concreto.<sup>[2]</sup>

La tabla 9.1 añade un contraste entre eficiencia y uso competente de recursos cerebrales. Su reseña de Bertollo y colaboradores de 2016 relaciona actividad sincronizada con actuación óptima más automática, y desincronizada con actuación óptima controlada. La competencia se presenta como un proceso activo y cualitativo que combina procesamiento y eficacia, no como reducción uniforme de actividad. Este contraste impide resumir los modelos mediante la idea de que menos señal cerebral significa siempre mejor rendimiento. La tabla recoge trabajos y marcos distintos; no establece una escala común de pericia ni permite ordenar atletas mediante una sola magnitud fisiológica.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] En una tarea hipotética, una persona podría atender a una sensación corporal o a una señal del entorno. Un modelo permitiría preguntar qué cambia en percepción y registro, pero no decidir de antemano que uno de esos focos es mejor para su rendimiento. El ejemplo distingue explicar una hipótesis de prescribir atención. También conserva que los modelos neurofisiológicos y el marco de desafío y amenaza tienen preguntas y niveles propios, aunque puedan dialogar al estudiar regulación y actuación.<sup>[1][2]</sup>

## Interocepción, esfuerzo y fatiga

La interocepción se refiere, en el capítulo de Bertollo, Berchicci y di Fronso, a representación de la condición fisiológica procedente del cuerpo. Los autores la relacionan con regulación y decisiones, y distinguen capacidades como exactitud, sensibilidad y conciencia. Conocer sensaciones corporales no equivale a obtener un registro instrumental, aunque ambos contenidos puedan estudiarse juntos. La experiencia de una señal incluye percepción e interpretación; una medida fisiológica describe otra parte de la relación.<sup>[2]</sup>

El capítulo presenta fatiga neuromuscular como un concepto multidimensional que incluye aspectos fisiológicos y psicológicos, además de experiencias de mayor dificultad o esfuerzo. Reseña modelos que relacionan percepción de esfuerzo,

motivación, demandas y procesos cerebrales. Algunas formulaciones sobre regulación y protección del organismo pertenecen a propuestas teóricas citadas, no a una explicación clínica completa de cualquier sensación de cansancio. Mantener esa distinción evita atribuir a una experiencia individual un mecanismo que no se ha evaluado.<sup>[2]</sup>

Los autores preguntan cómo cambian interacciones corazón-cerebro durante cargas cardiovasculares y recuperación. Mencionan ejercicio prolongado y contextos ambientales como objetos posibles de investigación. También preguntan si sistemas centrales y autonómicos se recuperan al mismo tiempo. Estas son cuestiones abiertas de 2021. No proporcionan una pauta de esfuerzo ni permiten inferir recuperación suficiente desde una señal aislada. La investigación necesita relacionar variables y momentos, conservando la diversidad de tareas y de condiciones que plantea la fuente.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] Si un deportista hipotético describiera más esfuerzo en una tarea, esa información sería relevante para conocer su experiencia. Para explicarla haría falta examinar condiciones, carga y otros datos pertinentes. No bastaría para afirmar que existe un problema de autorregulación o una causa cerebral específica. El ejemplo delimita el uso de la información corporal dentro de una evaluación, sin diagnosticar fatiga, recomendar exposición a condiciones extremas o convertir una interpretación teórica en una instrucción individual de entrenamiento.<sup>[2][3]</sup>

## Integrar registros con conducta y contexto

Ezquerro define el análisis funcional como una organización de relaciones entre variables de la conducta y el contexto en que se manifiesta. Distingue aspectos observables, procesos inferidos y características más estables. Su propuesta no consiste en atribuir una conducta a una sola cifra. Los indicadores fisiológicos pueden formar parte del material, junto con experiencias y acciones, para formular hipótesis. La comprobación de esas hipótesis es una tarea posterior a identificar que varias variables aparecen en un episodio.<sup>[3]</sup>

El caso de Crowe y colaboradores muestra una posible contribución de registros al trabajo compartido con atletas y entrenadores. Los autores describen devolución grupal sobre calidad de los datos y resultados generales, y devolución individual para orientar nuevas prácticas. La información técnica se comunica dentro de una conversación sobre tareas y actuación. El capítulo no informa un ensayo posterior que demuestre cuánto mejoraron esos programas. Su utilidad relatada debe distinguirse de una eficacia de intervención que ese caso no evalúa.<sup>[1]</sup>

La integración requiere también criterios de actuación pertinentes. Ezquerro distingue cambio psicológico y efecto sobre rendimiento, y advierte que ganar o perder no resume toda calidad de ejecución. Durante una intervención continúan

otros entrenamientos y condiciones que influyen en resultados. Un cambio de índice fisiológico y una mejora competitiva no permiten atribuir todo a una sola actividad. Precisar conducta, momento y condiciones ayuda a conocer qué comparación es posible y qué explicaciones siguen abiertas.<sup>[3]</sup>

[Inferencia] En una evaluación hipotética podrían reunirse un registro previo, una observación durante tarea y una conversación posterior, identificando qué aporta cada uno. Si se quisiera valorar una intervención, habría que examinar además su utilización y otras influencias sobre actuación. El ejemplo no crea un protocolo validado. Explica una forma de leer información multimodal con contexto, manteniendo separados datos disponibles, hipótesis de funcionamiento y decisiones que necesitarían una valoración profesional más amplia.<sup>[1][3]</sup>

## Aplicaciones propuestas y alcance de sus afirmaciones

Bertollo, Berchicci y di Fronso describen biofeedback, neurofeedback y otras intervenciones como vías para estudiar o modificar relaciones entre procesos centrales y periféricos. Algunas aparecen en lenguaje de posibilidad y otras dentro de una agenda aplicada. Su presencia en el capítulo no demuestra que cada combinación mejore toda tarea deportiva. La monografía distingue el interés de estudiar una señal, la capacidad de modificarla y la pregunta por efectos sobre actuación, que requieren evidencias diferentes.<sup>[2]</sup>

Los autores mencionan entornos virtuales, dispositivos de registro integrado y tecnologías para presentar datos durante una actividad. Son propuestas y descripciones del momento de la fuente, no indicaciones de compra o verificación de productos actuales. Que un sistema permita mostrar HRV, mirada o ritmos cerebrales no resuelve qué información es útil para una tarea. La relación entre una capacidad técnica y un beneficio necesita precisar objetivo, población, contexto y evaluación de resultados pertinentes.<sup>[2]</sup>

Crowe y colaboradores subrayan participación de atletas y entrenadores para comprender relevancia de registros y comunicar resultados. La devolución puede hacer comprensibles datos complejos y generar nuevas preguntas. Es una función del proceso aplicado, diferente de demostrar causalmente una mejora. Ezquerro añade la evaluación de cómo se utilizan habilidades y contenidos, no solo de si se presentaron. Este contraste permite considerar aplicaciones sin equiparar aceptación de una herramienta, comprensión de una explicación y cambio deportivo.<sup>[1][3]</sup>

[Inferencia] Si un dispositivo hipotético mostrara una señal en tiempo real, la primera pregunta sería qué representa y para qué se observa. Después podría estudiarse si la persona comprende esa información y si su uso se relaciona con el objetivo de trabajo. El ejemplo no establece ejercicios, dosis o procedimientos de estimulación. Mantiene una secuencia de preguntas conceptuales que permite diferenciar

disponibilidad del dato, interpretación y evaluación, sin prometer que más información fisiológica produzca por sí sola mejor actuación.<sup>[1][2][3]</sup>

## Cinco preguntas para investigar la relación mente-cuerpo

La primera pregunta de Bertollo, Berchicci y di Fronso es metodológica: cómo recoger medidas fiables de relación corazón-cerebro en entornos ecológicos. La segunda pregunta cómo esas interacciones pueden explicar autorregulación y vínculos entre activación, emoción, atención y rendimiento. Son niveles distintos del problema. Registrar de forma adecuada es necesario para investigar relaciones, pero la disponibilidad de señales no responde por sí sola qué mecanismos explican una actuación o cómo cambian entre tareas.<sup>[2]</sup>

La tercera pregunta examina interocepción y fatiga neuromuscular, con interés por carga y recuperación. La cuarta pregunta qué intervenciones que integran corazón y cerebro resultan útiles para mejorar u optimizar actuación. La quinta se refiere a intervenciones neurovisceral y cognitivas. Aquí se conservan las cinco como agenda del capítulo de 2021. Los ejemplos tecnológicos y los modelos que las acompañan no se presentan como respuestas definitivas ni como instrucciones para aplicarlas a personas concretas.<sup>[2]</sup>

Los problemas de Crowe y colaboradores añaden condiciones de interpretación: preparación y ejecución no son el mismo momento; datos descriptivos no equivalen a contraste estadístico; una media no describe toda respuesta individual. Ezquerro mantiene la necesidad de integrar contexto y evaluar cambios de funcionamiento y actuación. En conjunto, estas fuentes permiten formular preguntas precisas sobre una señal sin atribuirle certeza sobre pensamientos, emociones o resultados que no se han evaluado de manera adecuada.<sup>[1][3]</sup>

[Inferencia] Una pregunta propia podría examinar qué relación conservan registros previos y experiencias durante tareas comparables, diferenciando personas y condiciones. Otra podría estudiar si una devolución comprensible cambia cómo atletas y técnicos utilizan la información, antes de preguntar por rendimiento. Estas propuestas no dan por resuelta la agenda del corpus. Mantienen el objetivo de la psicofisiología como investigación de relaciones entre señales, experiencia y conducta, con explicaciones ajustadas al diseño y a la información disponible.<sup>[1][2][3]</sup>

## Referencias bibliográficas

1. Crowe, E. M., Wilson, M. R., Harris, D. J., & Vine, S. J. (2021). Eye tracking and cardiovascular measurement to assess and improve sporting performance. En M. Bertollo, E. Filho, & P. C. Terry (Eds.), *Advancements in mental skills training* (cap.11, pp.135–148). Routledge.

11. Eye Tracking and Cardiovascular Measurement to Assess and Improve Sporting Performance

2. Bertollo, M., Berchicci, M., & di Fronso, S. (2021). Mind-body interaction in sport psychophysiology. En E. Filho & I. Basevitch (Eds.), *Sport, exercise and performance psychology: Research directions to advance the field* (cap.9). Oxford University Press.

9. Mind-Body Interaction in Sport Psychophysiology

3. Ezquerro García-Noblejas, M. (2015). Evaluación conductual e intervención psicológica en el deporte. En A. García-Naveira Vaamonde & L. Locatelli Dalimier (Coords.), *Avances en psicología del deporte* (cap.1). Paidotribo.

Capítulo1. Evaluación conductual e intervención psicológica en el deporte

4. Moran, A., & Toner, J. (2018). *Psicología del deporte*. Editorial El Manual Moderno.

Glosario

Fuentes y criterios editoriales: [edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/fuentes-y-metodo.html](http://edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/fuentes-y-metodo.html)