Deming
EDITORIAL TECNOLÓGICA

RECURSOS TECNOLÓGICOS DEL ENTRENADOR





INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO CORPORATIVO
EDWARDS DEMING®
saber qué hacer y cómo hacerlo

Autor:
JOSÉ LUIS HIDALGO TORRES

José Luis Hidalgo Torres

Recursos tecnológicos del entrenador

Prólogo escrito por el PhD. Carlos Barros

Editorial Deming

Recursos tecnológicos del entrenador
Autor: José Luis Hidalgo Torres

Editorial Deming
Dirección: Calle Edmundo Chiriboga OE-3H y Jorge Páez, Quito, Ecuador

Primera edición – Año 2024

ISBN: 978-9942-692-38-2

Impreso por: GraficArte

Asesoría y colaboración: didáctica editorial

© Este libro es de uso científico, académico e investigativo. Prohibida su comercialización.

Para más información, escribir al correo:
editorial@deming.edu.ec

En el ámbito del entrenamiento deportivo, la integración de tecnologías avanzadas es crucial para optimizar el rendimiento y la eficiencia. Desde el análisis cinemático hasta el uso de software y hardware especializado, cada capítulo de este maravilloso libro ofrece una visión exhaustiva de los sistemas de medición y las herramientas tecnológicas disponibles para los entrenadores. Aborda la adquisición y análisis de datos, así como la influencia del Big Data en la evaluación del rendimiento. Este texto no solo ofrece una base sólida de conocimientos técnicos, sino que también promueve la implementación práctica de estas tecnologías en el campo deportivo. Invitamos al lector a explorar esta obra, que es un recurso indispensable para quienes buscan innovar y mejorar sus métodos de entrenamiento a través del uso de la tecnología.

PhD. Carlos Barros

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 13

CAPÍTULO I NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETICIÓN: ANÁLISIS CINEMÁTICO 14

Introducción 14

Tecnología y deporte 15

Campos de aplicación de la tecnología en la competición y el entrenamiento 16

Sistemas de medición, instrumentación y nuevas tecnologías 17

Adquisición de datos cinemáticos 19

Relojes y contadores de tiempo 19

Sistemas de cine, vídeo y análisis asistido por ordenador 21

Análisis asistido por ordenador 23

CAPÍTULO II EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO CON EL USO DE TECNOLOGÍA 28

La fuerza en el deporte: fuerza aplicada 28

Fuerza acelerativa 29

La carga con la que se alcanza la máxima potencia 30

Velocidad con cada tanto por ciento de 1RM 30

Influencia del big data en el entrenamiento deportivo 31

Errores usuales en los procesos de evaluación 34

Análisis de la competición en deportes colectivos. 34

Análisis del comportamiento visual aplicado al deporte. 35

CAPÍTULO III SOFTWARE Y HARDWARE A DISPOSICIÓN DEL ENTREGADOR DEPORTIVO 37

Introducción 37

Relación de la ciencia, tecnología y desarrollo en el deporte 37

Software y hardware más frecuentes y utilizados por el entrenador 39

Registros Ópticos 39

Registros Ópticos-electrónicos 40
Métodos Electromecánicos y telemétricos 40
Aplicaciones - apps tecnológicas 48
Endomondo 49
Runtastic 49
RunKeeper 49
Strava 50
Runtastic 51
Freeletics 51
Run Keeper 52
Lojong: Meditación Mindfulness 53
Wikiloc 54
Adidas Running y Training 54
Nike Training 55
Asana Rebel 55
Fitify 55
Zana Fit 55
Plantillas Excel, para llevar el seguimiento y control del entrenamiento deportivo 56
Planes de entrenamiento: Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24. 56
GLOSARIO DE TÉRMINOS 65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Instrumentación y metodología utilizada en el análisis biomecánico 18

Figura 2 Sistema NEWTEST 20

Figura 3 Representación anímica de un ejercicio de golpeo del saque 24

Figura 4 Programa Kinescan para el análisis de la imagen 25

Figura 5 Seriación del modelo 26

Figura 6 Gráfica de las velocidades de disco, hombro y cadera en las tres últimas fases .. 27

Figura 7 Gráfica de la trayectoria del disco en el plano horizontal y situación de los pies... 27

Figura 8 Tipos de pulsómetro 42

Figura 9 GPS 43

Figura 10 Integración de ritmo cardiaco, velocidad y altitud. 43

Figura 11 Analizador portátil de gases COSMED K4 b2 44

Figura 12 Aparatos generadores de hipoxia. 45

Figura 13 Plataformas vibratorias 46

Figura 14 Electro estimuladores 47

Figura 15 Peto inteligente 48

Figura 16 App Strava 50

Figura 17 App Runtastic 51

Figura 18 App Freeletics 52

Figura 19 App Run Keeper 53

Figura 20 App Lojong: Meditación Mindfulness 54

Figura 21 Estadística de la contextura física del deportista 57

Figura 22 Plan de entrenamiento 59

Figura 23 Registro de actividades 61

Figura 24 Registro de alimentos 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 De cálculo cinemático 24

Tabla 2 Porcentajes de 1RM correspondientes a cada valor de velocidad en el ejercicio ... 30

Tabla 3 Porcentajes de 1RM correspondientes a cada valor de velocidad media en el ejercicio 31

INTRODUCCIÓN

La aplicación o el uso de los recursos tecnológicos en el deporte y en la actividad física, abren un nuevo episodio en las competiciones, en el entrenamiento y el cuidado del deportista. Las nuevas tecnologías se están convirtiendo en el mejor aliado de los entrenadores, pues permiten dar seguimiento al rendimiento de los atletas y programar mejor los entrenamientos y descansos.

Desde aplicaciones deportivas, hasta la última tecnología para analizar el rendimiento de los atletas, para prevenir lesiones o ayudar en su recuperación; la tecnología ha revolucionado y evolucionado en el sector deportivo en los últimos años.

Adicionalmente, hay que indicar que las nuevas tecnologías en el deporte, se está convirtiendo en el brazo derecho de los árbitros, facilitando la comunicación o asistiéndoles en las decisiones difíciles, y se están aplicando en los sistemas de prevención, diagnóstico y tratamiento de lesiones deportivas.

CAPÍTULO I
NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETICIÓN: ANÁLISIS CINEMÁTICO

Introducción

En la actualidad, el papel que juegan las nuevas tecnologías para el registro, procesamiento y análisis de datos, es cada vez más importante en la optimización del proceso de entrenamiento y competición.

El movimiento deportivo puede ser analizado con gran variedad de nuevas tecnologías, que permiten una determinación cada vez más exacta del modelo técnico / mecánico (por ejemplo: velocidades, ángulos, fuerzas) o de la respuesta fisiológica y con la disposición de medios más objetivos para comparar la ejecución con el patrón ideal o con el modelo del campeón.

Las nuevas tecnologías que se pueden utilizar, permiten llegar más allá de lo que hasta ahora permitía observar; esto no quiere decir que se disminuya el papel que juega el entrenador en resolver las preguntas sobre el movimiento humano, sino que el trabajo en equipo de investigadores de diferentes áreas, como por ejemplo las relacionadas con el aprendizaje motor, neurofisiología, ingeniería, física, fisiología del ejercicio, y junto con especialistas en el entrenamiento deportivo, se podrá mejorar la calidad de la observación, el conocimiento del movimiento y el rendimiento humano.

Entre estas técnicas se incluyen los sistemas de medición de tiempo y desplazamiento (p.ej. sistemas de análisis de imagen), de aceleración, fuerzas, presiones o los sistemas de valoración de la actividad eléctrica de los músculos. Asimismo, también se pueden encuadrar bajo el concepto de nuevas tecnologías todos aquellos sistemas de análisis de parámetros fisiológicos / bioquímicos y los últimos avances en el tratamiento, organización de la señal y la información.

Los grandes avances durante los últimos años en el análisis del movimiento humano se deben en parte al desarrollo que se ha experimentado en los sistemas de instrumentación. El desarrollo de los ordenadores también ha facilitado el desarrollo de la investigación en

biomecánica y fisiología. Esto ha permitido, por ejemplo, que se puedan conectar varios instrumentos de medición al ordenador con un programa apropiado, y se pueden obtener registros, interpretarlos e imprimirlos casi de manera inmediata (Lees, 2002).

Tecnología y deporte

El entrenamiento deportivo es un proceso que persigue la producción de cambios en un sistema integral como el cuerpo humano. Este sistema es el deportista en su conjunto o alguna de sus partes (por ejemplo, el sistema cardiorrespiratorio, endócrino) o bien las relaciones del deportista con el entorno, entrenador o médico (Liebermann et al., 2002).

La magnitud que caracteriza a las propiedades del sistema, se le llama variable; teniendo cada sistema, multitud de variables que permiten la determinación de su estado de variación y que se produce a lo largo de un periodo de tiempo.

Por medio del entrenamiento se trata de dirigir las modificaciones del sistema en una dirección; se debe realizar diversos análisis de la situación del sistema y poder comparar la realidad, con el estado del sistema programado. La recopilación de la información sobre el estado del sistema y la comparación con el planificado, se denomina control del entrenamiento (Liebermann et al., 2002).

No siempre las modificaciones que podría tener el deportista en su sistema, son positivas en sus resultados por las cargas de entrenamiento que suelen producir una disminución de su capacidad de trabajo y de sus resultados deportivos; no producen un efecto acumulado satisfactorio de la capacidad de trabajo y de los resultados deportivos.

Las decisiones por parte del entrenador, durante el proceso de entrenamiento, tiene que basarse en mediciones objetivas, mediante la utilización adecuada de indicadores subjetivos (por ejemplo, el estado general del deportista, intuición del entrenador) podrían garantizar el éxito deportivo. El problema radica en la correcta selección de indicadores que caracterizan al sistema y pueden ayudar a controlar el proceso. En este momento es donde la tecnología puede ayudarnos a conseguir los indicadores, que faciliten el registro, procesamiento y análisis.

Por ejemplo, la tecnología ha permitido obtener medidas objetivas de la intensidad de las cargas, durante el entrenamiento de la fuerza; de medirse a través del peso o carga, a medirse con medidores lineales de desplazamiento o galgas de fuerza que miden la velocidad de ejecución, la fuerza, la potencia que se aplica o la aceleración. Esta tecnología, permite objetivar la progresión del entrenamiento, utilizando procedimientos de control; calculando las probabilidades que tiene el deportista de mejorar el ciclo de entrenamiento.

Campos de aplicación de la tecnología en la competición y el entrenamiento

La tecnología aplicada a la competición se puede clasificar de la siguiente manera (Hughes y Bartlett, 2002):

- Medios para la retransmisión de imágenes del deportista. Las imágenes que nos enseñan los realizadores de televisión permiten observar el comportamiento del deportista, con una calidad y detalle en algunos casos, más que suficiente para la realización de análisis técnicos y tácticos.

Entre las tecnologías que se utilizan para estos casos, se puede mencionar las cámaras en miniatura, las cámaras subacuáticas, las cámaras con sistemas antivibración.

- Medios para cronometraje, las mediciones de velocidad, altura, longitud. Son sistemas automáticos de medición con una precisión de milésimas de segundo, que permiten ver los resultados en los paneles informativos de las competiciones, instantes después de la finalización de la prueba.

Entre estos sistemas se tiene el dispositivo de fotofinish, video digital, el radar o los sistemas topográficos adaptados a las mediciones de los lanzamientos y saltos.

- Medios para el almacenamiento de datos de los deportistas, en bancos de datos informáticos; en ellos se reflejan sus datos personales, la progresión de marcas o las declaraciones más destacadas.
- Medios para la cuantificación de acciones técnico / tácticas en deportes de equipo. Estos sistemas se encargan de cuantificar el % de posesión del balón, los metros recorridos por un delantero, el número de faltas.

El entrenador o investigador clasifica la tecnología aplicable de acuerdo a la cuantificación de acciones, en:

Registro de la actividad competitiva, en:

- Deportes de resistencia cíclicos
- Deportes de velocidad
- Juegos deportivos
- Deportes de combate
- Deportes técnico-compositivos

Medios para el análisis de entrenamiento:

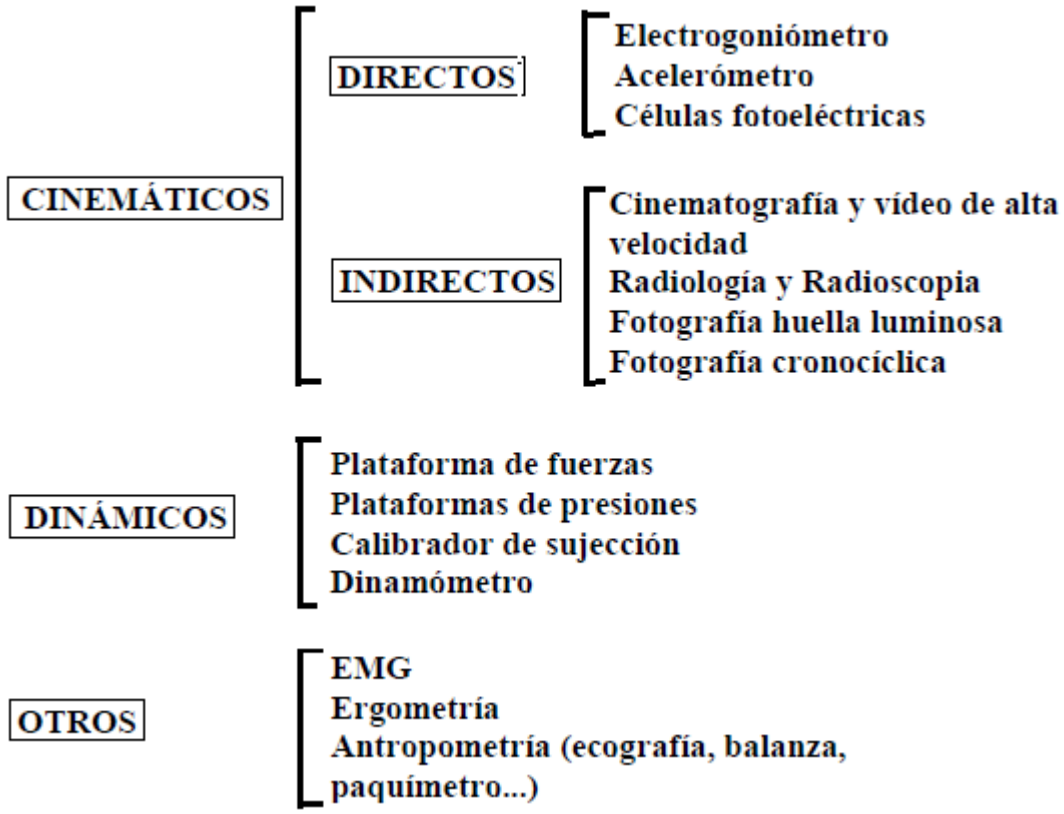
- De movimiento
- Bioquímico
- Medición temporal de la ejecución
- En la planificación y control del entrenamiento
- Para la medición de la fuerza y la potencia
- Para la medición de la flexibilidad

Sistemas de medición, instrumentación y nuevas tecnologías

Los grandes avances observados, durante los últimos años en el análisis del movimiento humano se deben al desarrollo experimentado en los sistemas de instrumentación y de los ordenadores y que ha dado paso también al desarrollo de la investigación en biomecánica.

Un ejemplo de esto, es el que se puedan conectar varios instrumentos de medición al ordenador con un programa apropiado, y consecuentemente se puedan obtener registros, interpretarlos e imprimirlos manera inmediata. En la Figura 1 se puede ver algunos de los instrumentos y métodos sencillos más comúnmente usados en situaciones físico-deportivas.

Figura 1
Instrumentación y metodología utilizada en el análisis biomecánico



Fuente: (Aguado et al., 1997)

También hay que mencionar que algunas de las nuevas tecnologías también permiten integrar señales analógicas en sistemas digitales.

Las ventajas de esta posibilidad, ha permitido que:

1) Los valores de la señal continua, expresados en un rango de señal de voltaje (por ejemplo: 5 - 10 milivoltios) se puedan transformar en valores digitales o variables discretas, de manera que a un valor de voltaje en un instante determinado, le corresponde un valor digital que se puede almacenar en la memoria del ordenador.
2) Se pueden registrar al mismo tiempo de manera sincronizada en tiempo real, una gran variedad de señales, por ejemplo de fuerza, electromigrafía, goniometría y una señal analógica de vídeo en un golpeo de tenis o en un lanzamiento de disco.

Esto permite observar con facilidad la variación de una variable, medida en la propia ejecución y su relación con la misma.

Los datos obtenidos, permiten cuantificar con precisión la evolución temporal de una variable, pudiendo realizarse representaciones gráficas con facilidad.

Los datos pueden ser analizados por programas, que permiten realizar una valoración más objetiva.

Los datos son almacenados y pueden ser comparados con los nuevos registros.

Adquisición de datos cinemáticos

El estudio cinemático del movimiento, se basa en el registro de los desplazamientos lineales, angulares, velocidad y aceleración. Hay una gran variedad de instrumentos que permiten registrar estas variables, desde el más sencillo hasta el más complicado; calculan el desplazamiento y el tiempo, para luego realizar los cálculos de velocidad y aceleración.

Entre los más usuales, se tiene:

Relojes y contadores de tiempo

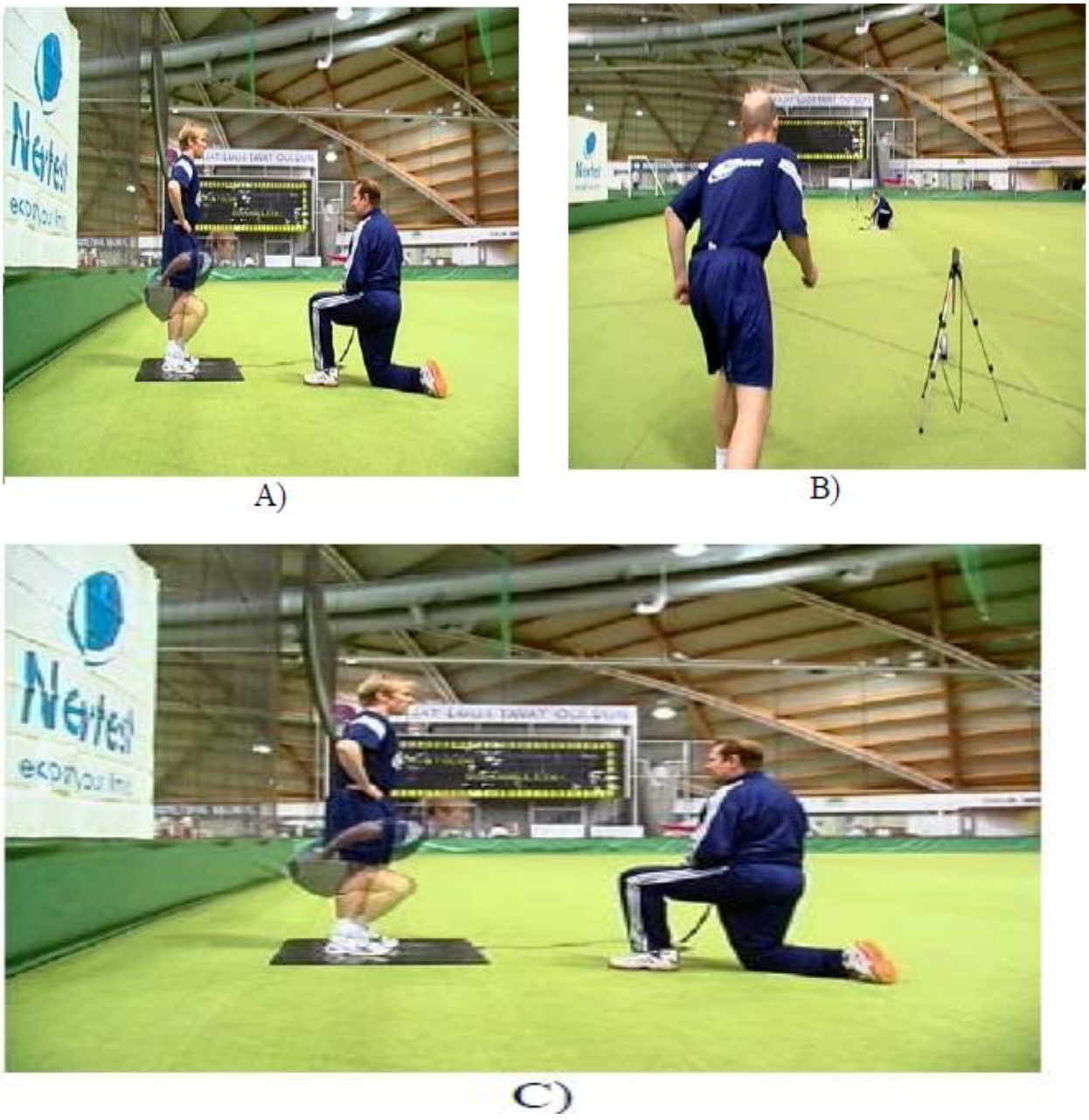
Para determinar el tiempo que tarda un cuerpo o un objeto en moverse de un punto a otro; utilizan diferentes tipos de relojes o contadores de tiempo. Estos instrumentos pueden iniciarse por el investigador o persona que realice el análisis o por el propio deportista en el momento que empieza el movimiento.

- En la figura 2 se muestran dos tipos de instrumentos frecuentemente utilizados para medir tiempos del desplazamiento de todo el cuerpo o de movimientos de segmentos aislados.
- En la figura 2A se presenta una plataforma de contacto para medir el tiempo de vuelo durante un salto con contra movimiento. Estos sistemas pueden medir el tiempo de contacto en el suelo, el tiempo de vuelo durante acciones de salto o incluso el tiempo de reacción ante una señal auditiva o sonora externa.
- En la figura 2B se presenta un sistema de medición de células fotoeléctricas. Cuando se corta la primera barrera de células, al pasar el cuerpo entero, algún segmento o algún objeto que se lance o golpee el cronómetro empieza a funcionar. En el momento

en que el cuerpo o los objetos cortan las subsecuentes barreras, se registrarán los tiempos intermedios o finales invertidos en recorrer la distancia entre las diferentes fotocélulas.

- En la Figura 2C se presenta un sistema que combina la plataforma de contacto y las células fotoeléctricas para medir tiempo de reacción ante un estímulo visual.

Figura 2
Sistema NEWTEST



Fuente: www.newtest.com

Nota: (A) Sistema NEWTEST de medición de tiempos de contacto y de vuelo durante un salto vertical; (B) células fotoeléctricas para medir velocidad de desplazamiento y (C) sistema para medir el tiempo

Sistemas de cine, vídeo y análisis asistido por ordenador

En cuanto a la cinemática, con la utilización de cámaras de video o cine se puede, por ejemplo, cuantificar el volumen, intensidad y ritmo de los desplazamientos de un jugador de baloncesto, waterpolo, voleibol, tenis o balonmano (Yeadon y Challis, 1994).

Esto es de utilidad para planificar los entrenamientos y conocer si las diferentes posiciones de juego de un mismo deporte requieren un entrenamiento similar debido a los desplazamientos. Mediante las cámaras de vídeo o de cine, también es posible estudiar las técnicas deportivas para optimizarlas, corregir pequeños defectos, buscar mayor eficacia y evitar lesiones.

Con una velocidad de filmación entre 100 y 150 fotogramas/segundo es posible estudiar los gestos deportivos. No obstante, estas velocidades de filmación no se las puede obtener con las cámaras de video convencionales o comunes.

El video, por un lado, tiene innumerables ventajas, como la posibilidad de visionar (ver imágenes cinematográficas o televisivas, especialmente para dar una opinión crítica y profesional sobre ellas (Oxford Languages, s.f.)) la película; el reducido espacio para el almacenamiento del material filmado o el bajo precio de las cintas; tiene por otro lado las desventajas de su peor resolución espacial y su alto costo (en caso de optar por cámaras especiales de alta velocidad).

S-VHS es un formato de mayor calidad que VHS con el que sólo es parcialmente compatible. Las cintas de S-VHS son del mismo tamaño que las de VHS, pero son de una calidad superior; están revestidas más densamente con partículas de óxido de hierro y tienen una capa magnética muy uniforme, todo lo cual resulta en una mayor calidad de imagen, capacidad para retener altas frecuencias y una mejoría significativa en la relación señal-ruido. Los cilindros de las cintas se construyen con tolerancias de gran precisión para asegurar un manejo más suave de la cinta. Las cintas de VHS pueden reproducirse en un magnetoscopio S-VHS, pero las cintas S-VHS grabadas en un magnetoscopio S-VHS no pueden reproducirse en un magnetoscopio VHS estándar.

Estas resoluciones son ideales para el estudio de gestos lentos, como la marcha humana o posturas, pero resultan limitadas para estudiar de forma rigurosa gestos más rápidos como un golpeo de golf o una batida en el salto de longitud.

En la resolución espacial, el cine ofrece mejores resultados con resoluciones de hasta 1/100 milímetros, mucho mayores que el video. La imagen granulosa que se obtiene en una película de video contrasta con la suavidad con que el cine reproduce las formas y colores.

Si la resolución espacial fuera un elemento crítico, convendría optar por el sistema S-VHS, que da una resolución de 400 líneas x 300 columnas. Uno de los problemas de la filmación es la calidad de la imagen, ya que con ella se realizarán paradas y manejos a bajas velocidades, lo que requiere una filmación a alta velocidad de obturación.

En el momento de la filmación debe tenerse en cuenta:

1. Que cuando se quiera realizar un único estudio, la filmación no presenta tantos inconvenientes como cuando se quieren hacer comparaciones entre dos o más.
2. La toma global debe intentar la máxima información posible. Como norma general, si se dispone de una sola cámara, ésta se debe situar de forma perpendicular al movimiento a analizar. Se aconseja utilizar un trípode o soporte con el objeto de que el movimiento de la cámara sea mínimo y se programe la misma con anterioridad (enfoque, balance de blancos, velocidad de obturación, día, hora, etc.).
3. Las cámaras domésticas tienen opciones automáticas que facilitan todo este proceso.
4. Para hacer comparaciones entre dos filmaciones, se debe intentar que los protocolos sean lo más semejantes posible, atendiendo principalmente a la posición de la cámara, la distancia al objeto de filmación, el campo de enfoque y la posición del zoom.
5. De esta forma se tendrá filmaciones semejantes y los errores de observación serán los que ofrezca el protocolo o los errores sistemáticos provocados por el instrumento de medición, y no por la interpretación del mismo.

6. La filmación cumple también otro tipo de objetivos, como el de observación de una visión diferente de la acción a la que habitualmente suele tener el entrenador, y que puede dar información complementaria para la corrección de errores.
7. Este tipo de filmaciones sirve como complemento, y en pocas ocasiones como marcos de referencia global.
8. La tecnología ofrece la posibilidad de poder plasmar las filmaciones en papel, para lo cual se dispone de video procesadores o de las impresoras de vídeo. Estos aparatos realizan funciones de impresión múltiple; en la misma lámina aparecen varias imágenes diferentes y/o secuenciales.
9. Las imágenes secuenciales se programan en intervalos de tiempo o imagen a imagen. También hay la posibilidad de ampliar o de agregar imágenes de diferente tamaño. Los costos de las reproducciones, se van abaratando día a día, siendo en la actualidad inferiores al de una fotografía normal (Aguado et al., 1997).

Análisis asistido por ordenador

Existen programas que de forma directa puede ser manipulada la imagen del video en el ordenador a través de las correspondientes tarjetas gráficas y el software adecuado. En la actualidad hay programas informáticos a bajo costo que permiten realizar análisis biomecánicos con diferentes funciones.

En estos casos sólo se necesita:

- Una cámara de video (dos sí se quiere hacer el estudio tridimensional, y si es posible, de alta resolución)
- Un magnetoscopio
- Una tarjeta de captura de vídeo
- Un ordenador
- Disponibilidad de tiempo

Las posibilidades que presentan estos programas son las siguientes:

a) De cálculo cinemático **Tabla 1**:

Tabla 1
De cálculo cinemático

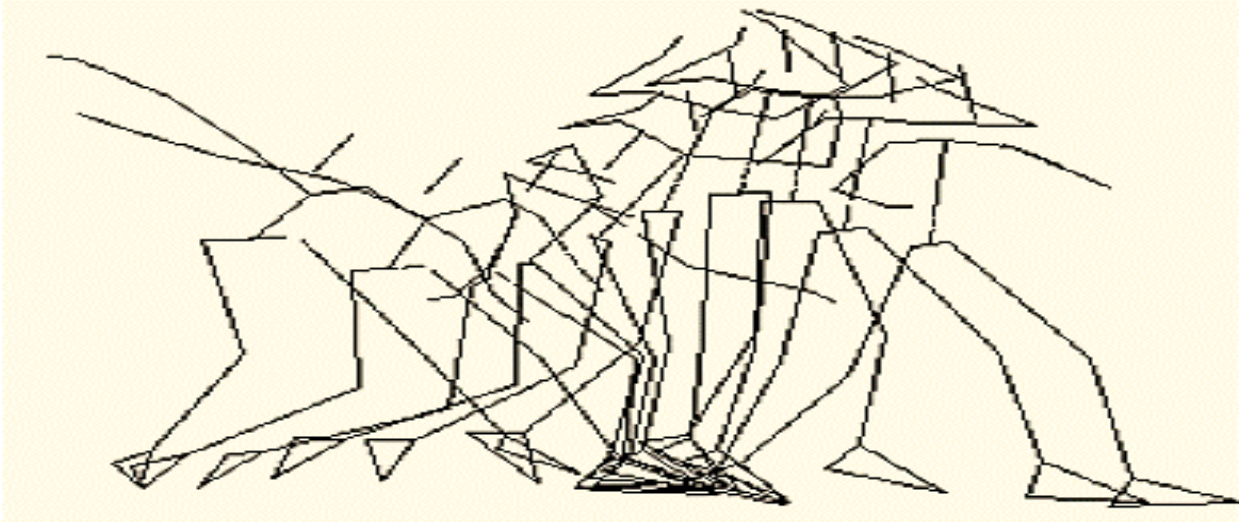
Cinemática lineal:	Desplazamiento
	Velocidad
	Aceleración
	V. componente vertical
	V. componente horizontal
	V. componente transversal
Cinemática angular:	Goniometría
	Desplazamiento
	Velocidad
	Desplazamiento segmentario
	Velocidad angular segmentaria
Estática: Centro de gravedad	
Cinética: Momento angular	

b) Visión Gráfica

Se puede programar la perspectiva que se quiera observar, con una representación alámbrica del deportista, a diferentes velocidades, con acciones hacia adelante, atrás y paradas de imagen.

En la **Figura 3**, se puede observar un extracto de 10 imágenes de un total de 188, una visión lateral de un estudio tridimensional de un movimiento de golpeo del saque en paleta de cuero.

Figura 3
Representación anímica de un ejercicio de golpeo del saque



Fuente: (González-Badillo J. , 2000)
Nota: Representación, mediante monos alámbricos, del gesto técnico utilizado durante un saque en la modalidad de paleta de cuero en el deporte de la pelota vasca

El problema de este tipo de análisis; por un lado, el costo elevado del material a utilizar y por otro, el tiempo total a utilizar, elevado; convirtiéndose en una labor ardua de realizar y de un valor discutible para una observación informativa.

La digitalización se va resolviendo de forma manual, o automática; partiendo de la colocación de puntos reflectantes, el ordenador puede seguir de forma automática y registrar los datos, adelantando de forma espectacular la toma de los mismos.

Estas técnicas son desarrolladas por los laboratorios de biomecánica del INEF (Instituto Nacional de Educación Física. Desde 1998, el INEF está adscrito a la Universidad Politécnica de Madrid), en función de sus posibilidades y en particular por el Instituto de Biomecánica de Valencia. En la figura se muestra un ejemplo del programa de análisis KINESCAN desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia para el análisis cinemático **Figura 4**.

Figura 4
Programa Kinescan para el análisis de la imagen



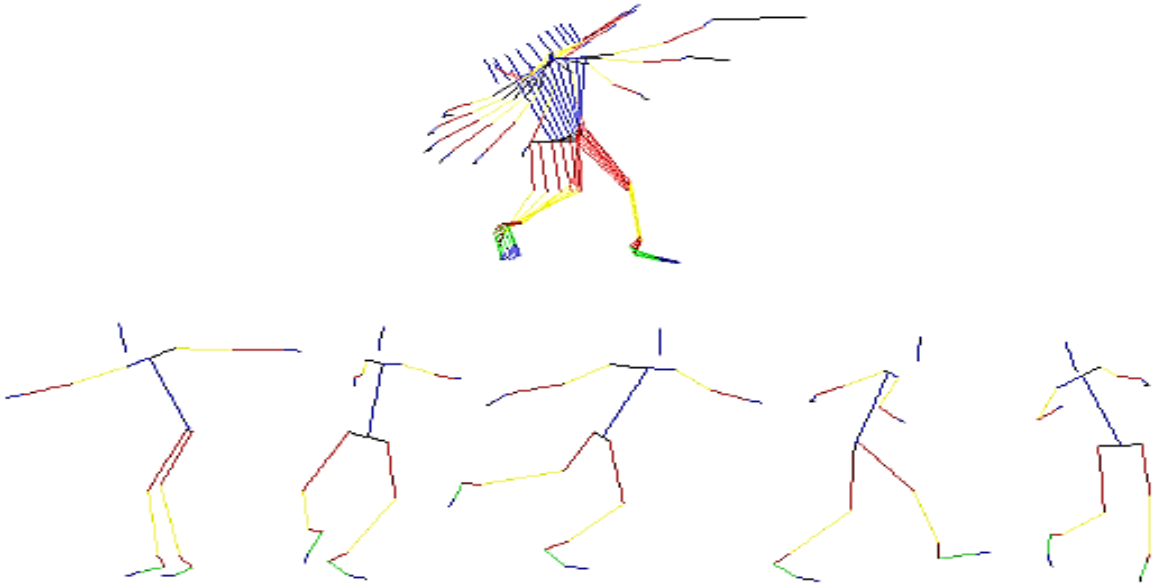
Fuente: http://www.ibv.org

Una aplicación de este tipo de análisis se puede observar en el estudio realizado por (Ferro et al., 1999), donde analizaron los lanzamientos de los mejores lanzadores de disco españoles, filmando el movimiento en dos planos con cámaras de alta velocidad, a una

frecuencia de 100 fotogramas por segundo. En la **Figura 5** se presenta un ejemplo de la seriación del lanzamiento de disco.

En la **Figura 6** se presenta la gráfica de las velocidades de disco, hombro y cadera en las tres últimas fases del lanzamiento de disco, y en la **Figura 7**, la gráfica de la trayectoria del disco en el plano horizontal y la situación de los pies en el lanzamiento del disco.

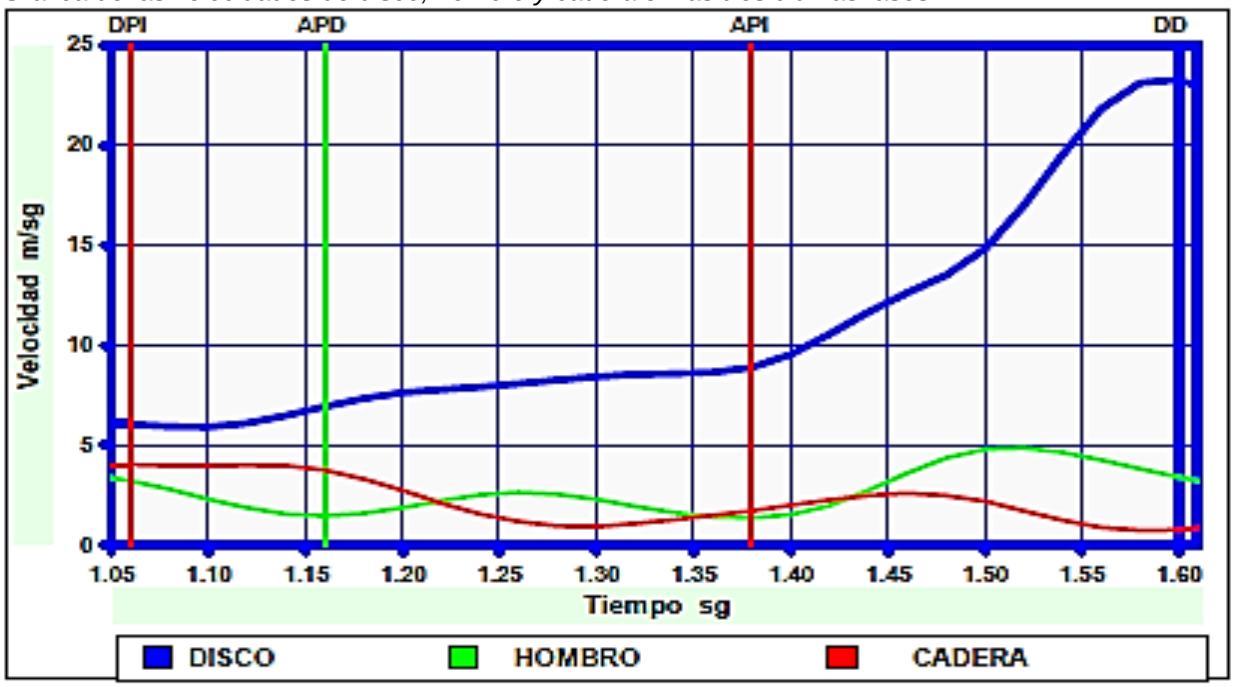
Figura 5
Seriación del modelo



Fuente: *(Ferro et al., 1999)*

Figura 6

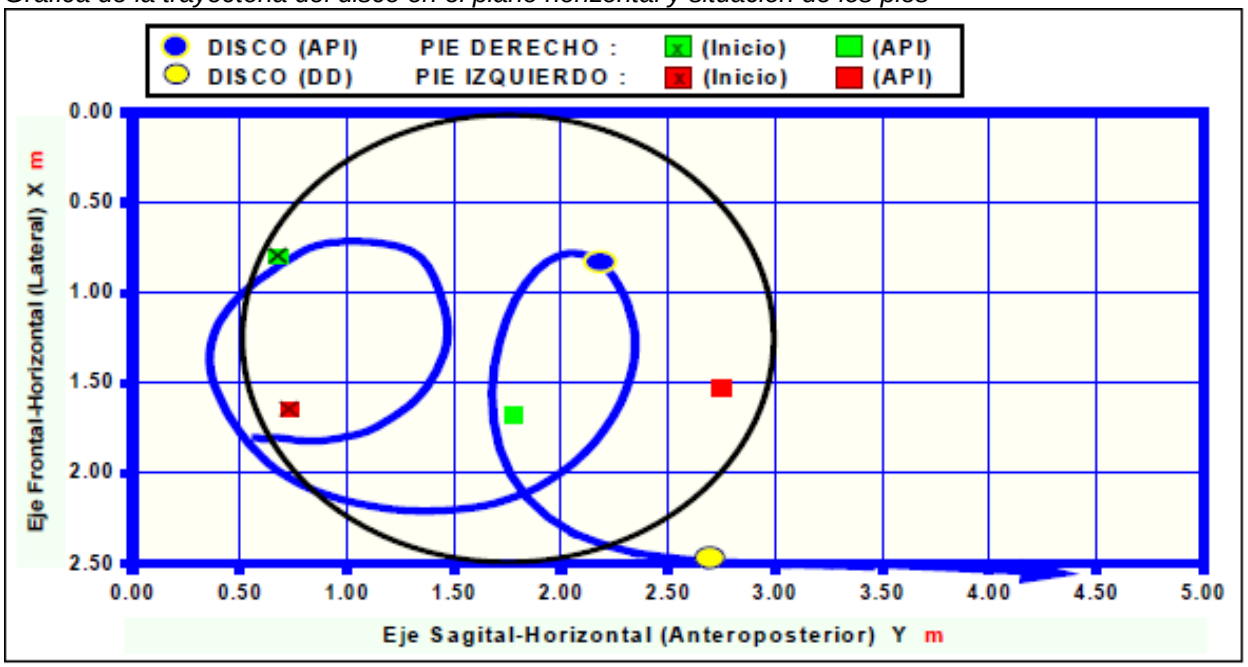
Gráfica de las velocidades de disco, hombro y cadera en las tres últimas fases



Fuente: (Ferro et al., 1999)

Figura 7

Gráfica de la trayectoria del disco en el plano horizontal y situación de los pies



Fuente: (Ferro et al., 1999)

CAPÍTULO II
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO CON EL USO DE TECNOLOGÍA

La fuerza en el deporte: fuerza aplicada

La fuerza que se mide en el deporte, es el resultado de la interacción de dos fuentes: las fuerzas internas, generadas por la musculatura, y las fuerzas externas, generadas por el peso, para vencer la resistencia al desplazamiento y el movimiento de los cuerpos.

De la interacción entre ambas fuerzas, surge la fuerza aplicada o resultante, que es la que nos interesa controlar. La fuerza aplicada, por tanto, es la manifestación externa de la tensión interna generada en el músculo (González-Badillo J. , 2000), (González-Badillo y J.J. y Ribas, 2002).

En un mismo sujeto, la fuerza aplicada depende del tiempo disponible para aplicar la fuerza o de la velocidad a la que se desplaza la resistencia.

El tiempo disponible para aplicar fuerza se reduce a medida que se mejora el rendimiento (mayor nivel deportivo), esto significa que la velocidad a la que hay que aplicar la fuerza aumenta a medida que se mejora el rendimiento.

La clave para la mejora del rendimiento en la mayoría de las acciones deportivas, no está en la mayor capacidad de aplicar fuerza, sino en la mejora de la capacidad de producción de la fuerza en la unidad de tiempo.

Teniendo en cuenta, que los tiempos disponibles para aplicar fuerza tienen que ser necesariamente cada vez más pequeños. Esta fuerza aplicada en las condiciones específicas de tiempo y velocidad será la fuerza útil del sujeto, entendida como la fuerza que aplica el sujeto en la competición.

El criterio de referencia para controlar el efecto del entrenamiento será precisamente la evaluación de la fuerza útil o fuerza explosiva específica, por eso es tan importante poder medirla.

Para alcanzar la máxima producción de fuerza en la unidad explosiva, es necesario aplicar al menos el 30% de la fuerza isométrica máxima (FIM) que es, la que somete a los músculos largos a un movimiento contra una resistencia elevada a lo largo de un recorrido corto.

Una vez alcanzado este valor de fuerza, la producción de fuerza en la unidad de tiempo decrece de manera continua; esta acción no necesariamente es dinámica, sino que puede ser estática (isométrica).

Fuerza explosiva no es lo mismo que velocidad de movimiento, aunque exista relación entre ambas: si la velocidad es muy elevada (resistencias <25-30% de la FIM), la fuerza explosiva máxima no se puede alcanzar; sin embargo, si la resistencia es >30% de la FIM (velocidad progresivamente decreciente), la fuerza explosiva máxima permanece teóricamente estable, porque en todos los casos se ha alcanzado ya el 30% de la FIM.

Si la acción es dinámica y la fuerza mínima aplicada para alcanzar la fuerza explosiva máxima ha de ser ≥30% de la FIM, la fuerza explosiva máxima se producirá siempre en la fase estática o isométrica del movimiento, es decir, antes de que se inicie el desplazamiento de la carga. Por tanto, aunque la velocidad sea cero (resistencia insuperable), la fuerza explosiva puede ser la máxima.

Fuerza acelerativa

La fuerza aplicada determina la velocidad que se alcanza en un movimiento, velocidad del movimiento tiene relación proporcional a la fuerza de resistencia al movimiento.

También hay que considerar que, cuanto más fuerte y potente sea el sujeto ante una misma carga, mayor será la fase desacelerativa; con lo que los valores de fuerza, velocidad y potencia media, alcanzados en el total del movimiento, no representarán la real capacidad actual del sujeto, porque se verán disminuidos por el efecto de la fase desacelerativa. Implicando que, para una mejor evaluación, hay que considerar sólo los valores correspondientes a la fase acelerativa.

La carga con la que se alcanza la máxima potencia

Generalmente se acepta que la máxima potencia, se alcanza cuando se desplaza una carga equivalente al 30% de la fuerza isométrica máxima, pero si se toma como referencia el valor de 1RM.

1RM: Llamamos repetición máxima o **1RM** a la resistencia específica que permite realizar únicamente una repetición en esa serie y en un ejercicio concreto (Google, s.f.).

Las fórmulas más conocidas para calcular el 1RM conociendo el número de repeticiones y las cargas submáximas en distintos ejercicios, son las siguientes: O'Connor y col. (1989): 1RM = Peso que levantamos en Kg. x (1 + 0,025 x nº de repeticiones)

Velocidad con cada tanto por ciento de 1RM

Se utilizan los porcentajes de 1RM para dosificar y expresar el entrenamiento; pudiéndose también medir la velocidad, para referencia y dosificación de las cargas de entrenamiento y para controlar la evolución de la condición física

En las siguientes tablas: **Tabla 2**, **Tabla 3** se indican los valores de velocidad y los correspondientes valores de 1RM en dos tipos de ejercicios:

Tabla 2

Porcentajes de 1RM correspondientes a cada valor de velocidad en el ejercicio

Velocidad (m/s)	1.35	1.3	1.25	1.2	1.15	1.1	1.05	1	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75
Porcentaje de 1RM	29.9	32.8	35.7	38.6	41.6	44.5	47.4	50.3	53.3	56.2	59.1	62.1	65

Velocidad (m/s)	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.16
Porcentaje de 1RM	68	70.9	73.9	76.8	79.8	82.8	85.8	88.7	91.7	94.7	97.7	100

Fuente: (González-Badillo J. , 2000)

Tabla 3

Porcentajes de 1RM correspondientes a cada valor de velocidad media en el ejercicio

Velocidad media (m/s)	0.3	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.4	0.41
Porcentaje de 1RM	99.2	98.9	98.5	98.1	97.7	97.3	96.9	96.5	96.1	95.6	95.2	94.8
Velocidad media (m/s)	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.5	0.51	0.52	0.53
Porcentaje de 1RM	94.3	93.9	93.4	92.9	92.5	92	91.5	91	90.5	90	89.5	89
Velocidad media (m/s)	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59	0.6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65
Porcentaje de 1RM	88.4	87.9	87.3	86.8	86.2	85.7	85.1	84.5	83.9	83.3	82.7	82.1
Velocidad media (m/s)	0.66	0.67	0.68	0.69	0.7	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77
Porcentaje de 1RM	81.5	80.9	80.3	79.6	79	78.3	77.7	77	76.3	75.7	75	74.3
Velocidad media (m/s)	0.78	0.79	0.8	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89
Porcentaje de 1RM	73.6	72.9	72.2	71.4	70.7	70	69.2	68.5	67.7	67	66.2	65.4
Velocidad media (m/s)	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1	
Porcentaje de 1RM	64.6	63.9	63.1	62.2	61.4	60.6	59.8	59	58.1	57.3	56.4	

Fuente: (González-Badillo J. , 2000)

Influencia del Big Data en el entrenamiento deportivo

Empecemos indicando que el big data, corresponde al almacenamiento de un gran volumen de datos, y los procedimientos usados a la hora de convertir los datos en información que facilite la toma de decisiones (Universidad Pontificia Comillas - Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2020).

El Big Data se lo utiliza en todas las gestiones de la sociedad; por ejemplo: Para mejorar el tráfico, para ver porque vende o no tu empresa, en el marketing de una empresa, para prever una crisis y obviamente en el deporte.

Empecemos indicando unos ejemplos, para entender la utilidad del Big Data en el deporte y en concreto en el fútbol: No podemos predecir a Messi, pero si puedes saber hacia qué lado regatea más veces o en que situaciones suele tirar a gol o hacer un pase, con esta frase podemos entender de forma más fácil como podemos usar el Big Data en el deporte,

sirve también para saber cuándo Lebrón James tira de tres o amaga, o cuando suele Rafa Nadal atacar el revés del contrario.

El Big Data también se puede usar para la toma de decisiones en cuanto a fichajes (en los equipos profesionales, una transferencia o fichaje es el término referente a cuando un jugador bajo contrato se mueve entre clubes o bien si es agente libre), analizar porque un equipo ha ganado o perdido un partido habiendo jugado mejor o peor que el rival.

También se puede usar para preparar un partido; ver las facilidades de ataque que se tiene, o como debo defender a cierto jugador. (Analystics, 2018)

Como primer enfoque, el big data en base de la información suministrada a su sistema, facilita al equipo la forma de entrenar, mejorando nuestra forma de jugar y de prepararnos para nuestros partidos, según el tipo de rival.

El segundo enfoque en el que el big data ayuda a los entrenadores, es en la mejora del rendimiento individual de los jugadores, enfocado en el aporte al rendimiento global del equipo. A su vez, se puede dividir esto en dos partes: La mejora técnica y la parte física del deportista.

De lo indicado, el entrenador propone un esquema de competición o juego a los deportistas, que estos van a intentar llevar a cabo en el terreno de juego. Por ello, es necesario que los deportistas el 100%, sobre el desempeño que van a tener que ejecutar; pero también ser capaces de hacer todo lo que requiere el entrenador que se haga y si no debe entrenarlo para ser capaz de hacerlo. Es ahí, donde entra la utilidad del big data, que nos indica exactamente en qué cosas fallan los deportistas, por lo que sabe qué aspectos del juego o competición deportiva se tiene que mejorar.

La segunda parte donde el Big Data entra, es en el aspecto físico individual del deportista

Los preparadores físicos colocan sensores a los jugadores durante la práctica física y durante los partidos, juegos, prácticas; donde se controla la intensidad, la fatiga, los golpes, etc., para que analicemos cómo ha sido la carga deportiva y la recuperación más rápida posible.

Para mejorar el rendimiento físico se miden más cosas, por ejemplo: Las horas de sueño y la calidad de este; para saber cómo ha afectado al ejercicio físico realizado en ese día, y si ha habido algo que haya podido afectar psicológicamente a la persona, que haga que el rendimiento sea diferente a la de una situación normal (tanto positiva como negativamente).

Usualmente, cada práctica es diferente, y por esa razón, es necesario tener un sistema informático, que nos ayude a recopilar todos los datos. Un aspecto importante que los preparadores físicos consideran más, es la recuperación física de los deportistas: Tanto de fatiga, como de lesiones.

Y si tenemos una plataforma que nos indica la energía gastada y el esfuerzo realizado podremos saber cuánto tiempo necesita el deportista para recuperarse del esfuerzo, y así recomendar ciertos ejercicios y masajes que harán, que esté preparado al 100% para la siguiente sesión, práctica, encuentro deportivo, etc.

Si se lesiona le deportista, podremos saber que ejercicios debe evitar esa persona para no recaer en la lesión; por ejemplo: Si un jugador cuando realiza muchos disparos con la pierna izquierda tiende a fatigarse, a dolerle; lo que puede derivar en una lesión, por lo que sabremos que ese jugador no puede usar tanto su pierna izquierda y por ello deberá usar más la otra pierna.

Como se ve, la tecnología tiene un impacto muy alto dentro del deporte, y conociendo la cantidad de ventajas que tiene, se debe invertir en la recopilación y lectura de datos, es normal que casi todos los equipos de deportistas profesionales usan el big data para prepararse para los partidos de temporada.

Errores usuales en los procesos de evaluación

Según (Moya Ramón et al., 2007), en los procesos de evaluación en el ámbito deportivo se suelen dar los siguientes errores:

- Se realizan sin tener en cuenta lo que el deportista realmente conoce.
- Se suelen utilizar parámetros poco relevantes.
- Se sobredimensiona el valor de la experiencia en competiciones, sin tener en cuenta que cada partido y cada competición es diferente.

Por tanto, a la hora de planificar nuestra evaluación, hay que considerar lo siguiente:

- Hay que considerar la posición del deportista o del equipo.
- Elegir indicadores que reflejen aspectos relevantes, específicos y fácilmente observables.
- Elegir los indicadores apropiados de acuerdo a las características del evento que se va a evaluar.

Análisis de la competición en deportes colectivos.

Las primeras investigaciones que se utilizaron los medios informáticos en el ámbito deportivo, surgieron en los campos de las ciencias aplicadas al deporte. Estas tecnologías, comenzaron en las modalidades deportivas cerradas como la natación, atletismo, etc.; encaminadas a la digitalización de las imágenes para el estudio de la técnica, el registro del rendimiento del deportista y la valoración funcional de éste.

Posteriormente, comenzaron a aplicarse los medios tecnológicos a los deportes sociomotrices, adaptándose a las características específicas de este tipo de deportes. Actualmente la informática genera una infinidad de software que el entrenador deportivo puede aprovechar; avanzando cada día en la especificidad de la herramienta con relación al objetivo.

La diversidad de programas existentes en el ámbito del deporte abarca: Desde la gestión hasta la planificación, el control de la actividad física y el entrenamiento, el análisis

táctico y control estadístico del rendimiento. En este último aspecto, las implicaciones tácticas de los deportes sociomotrices obligaba a desarrollar herramientas apropiadas que pudieran recoger la información que aporta un partido.

Según (Moya Ramón et al., 2007); se distinguen entre los programas, cuyo objetivo es utilizarlos como medio de análisis y los que se utilizan como control estadístico de los encuentros deportivos; se cita algunos de los más importantes, que unen el análisis estadístico de la competición con el tratamiento de la imagen: Sortabal v1.0, NacSport, Video Stat, Amisco, Utilius VS, SoftoryMatch, Matchvision.

Análisis del comportamiento visual aplicado al deporte.

En los últimos años, diversos investigadores han sugerido, que el conocimiento de las áreas más pertinentes o informativas de la escena que se visualiza, son cruciales para un rendimiento exitoso (Ripoll, 1988), requiriendo tanto de habilidad en la percepción, como de la ejecución precisa del movimiento (Williams et al., 1999).

Cualquier deportista en una situación deportiva, en las que se requieran habilidades motrices abiertas, con altos niveles de incertidumbre, como los deportes colectivos de adversario como el fútbol; depende en gran medida de su sistema visual, que le proporciona la información necesaria para un desempeño exitoso.

De hecho, las habilidades motrices abiertas requieren de un nivel adecuado de atención selectiva que permita la percepción y procesamiento de todos los estímulos significativos, para alcanzar la decisión óptima (Tenenbaum et al., 1993).

Para alcanzar un correcto desempeño y óptimo rendimiento, sería preciso una correcta comprensión del entorno, en el que nos desenvolvemos, así como de los acontecimientos que ocurren en el mismo.

En el entorno acontecen una serie de procesos cognitivos, que preceden a la emisión de una respuesta motriz; interpretamos que el proceso perceptivo, es captado, elaborado e interpretado por el sujeto; encontrando tres procesos secuenciales en la realización cualquier

movimiento: a) percepción, b) toma de decisiones, y c) ejecución del movimiento (Abernethy, 1996).

CAPÍTULO III
SOFTWARE Y HARDWARE A DISPOSICIÓN DEL ENTREGADOR DEPORTIVO

Introducción

Las nuevas tecnologías se aplican en el deporte desde hace algún tiempo, sobre todo en los deportes que necesitan gran precisión en los registros, por ejemplo, en las carreras de velocidad como el ciclismo y el atletismo, se utilizan células fotoeléctricas para registrar los tiempos empleados.

No sólo se emplean en competición, sino que también se utilizan en el entrenamiento diario para calcular parámetros fisiológicos, bioquímicos, biomecánicos, etc. que posteriormente serán utilizados para calibrar el entrenamiento.

El proceso de entrenamiento de los atletas requiere un control exhaustivo de los esfuerzos realizados por éste y las nuevas tecnologías nos aportan los aparatos de medida para controlar y planificar el entrenamiento deportivo.

Relación de la ciencia, tecnología y desarrollo en el deporte

Como herramientas tecnológicas, para uso del entrenador; se presentan formas de desarrollo, a partir de la meta que se persigue, encontrándose diversas alternativas con un denominador común, que es el reto constante del perfeccionamiento humano.

El hombre en el afán de superarse a sí mismo y de establecer nuevos récords, se apoya en la ciencia, para conocer cada vez más sobre las formas del movimiento físico y el funcionamiento del cuerpo humano, que unido a la inmensa cantidad de aparatos inventados está logrando el perfeccionamiento deseado.

Son numerosos los aportes que la ciencia ha dado al deporte y para los entrenamientos; por lo que solo mencionaremos las ramas que más se destacan:

- La Pedagogía y la Didáctica que con sus estudios han incrementados los conocimientos de los entrenadores, sobre como establecer mejoras en la ejecución de las técnicas deportivas, nuevos métodos de entrenamiento y la creación de nuevos

estilos, como por ejemplo el salto alto, el Fosbury (es la técnica de salto de altura en la, que la vara se cruza dorsalmente, arqueando el torso hacia atrás), el crawl (desplazamiento) en la natación.

- La medicina también ha hecho aportes, a cerca de la fisiología del cuerpo de los deportistas, conocer casi con exactitud los estados óptimos, mediante un sin números de pruebas físicas y mentales, con y sin aparatos.
- La Cibernética y la Informática, que ha permitido el estudio biomecánico del movimiento del cuerpo, así como la obtención de información rápida que ayuda a la predicción y control de los resultados.
- La Arquitectura, que ha logrado construir instalaciones como los estadios y otras construcciones en diferentes superficies y suelos de arenas, carbón, maderas y sintéticos.
- La industria deportiva, productora de implementos, simuladores, equipos para el desenvolvimiento técnico en las distintas modalidades y eventos, la confección de calzados, vestuarios específicos para cada participación deportiva.

Cabe señalar dentro de los grandes logros de la tecnología, el implemento del fotofinish, en las carreras de atletismo, el cual esclarece las decisiones ocurridas en dichos eventos.

Otro de los logros, es el cronometraje electrónico, que garantiza una mayor exactitud en el tiempo real; las pizarras electrónicas, una mayor visibilidad en el trabajo, resultados y orientación propia de los atletas durante la competencia.

La tecnología que se utiliza durante el entrenamiento deportivo, aumenta sus exigencias desde el punto de vista funcional y experimental. El aspecto experimental posibilita el modelar las circunstancias del entrenamiento en función de la competencia, con características similares o con condiciones más exigentes.

Esto pone al atleta, en condiciones más adversas y que pueda superarlas, lo que da la posibilidad de incrementar el pensamiento táctico deportivo; que en la actualidad constituye uno de los eslabones de mayor peso en la preparación del deportista.

Mencionando a la cibernética e informática, en el estudio biomecánico de los movimientos, los gimnastas son representados en cada movimiento, de forma correcta, óptima, con su centro de gravedad orientado en cada desplazamiento, así como los cambios de agarres, incluyendo los ejercicios acrobáticos; ayudando en la parte técnica, así como en su análisis y comprensión del movimiento en los deportes.

La utilización de la computación en el ajedrez; ayuda en los entrenamientos, apoyados en el análisis de partidas, según los objetivos de la partida.

Software y hardware más frecuentes y utilizados por el entrenador

Se tienen equipos tecnológicos que realizan de manera automática, el registro de acuerdo al tipo de actividad y métodos específicos, y que ayudan en la investigación y dirección del entrenamiento deportivo; entre estos tipos de registros se tiene:

Registros Ópticos

Se utilizan para registrar los movimientos del atleta, en competición y entrenamiento, sin estar en contacto directo con él.

Entre esas técnicas, se encuentran:

- Fotografía.
- Tomas cinematográficas:Los datos que se obtienen de estos registros sirven para estudiar las características cinemáticas, es decir, desplazamientos, velocidades, aceleraciones, etc., como por ejemplo en salto de altura conocer la velocidad inicial en el salto vertical. Cabe reseñar que la fotografía estereoscópica (utiliza 2 cámaras) es más precisa que la plana, permitiendo registrar los movimientos de los deportistas en tres dimensiones.

Registros Ópticos-electrónicos

Transforman las imágenes en señales eléctricas.

Se menciona los siguientes:

- Teleciclografía: Registran la trayectoria de un movimiento y es reproducible en televisión.
- Vídeo.
- Células fotoeléctricas: Se utilizan para medir los tiempos de la carrera, principalmente en competición de poca duración y en las que existen escasas diferencias entre los atletas en carrera de velocidad, 100 metros lisos.

Métodos Electromecánicos y telemétricos

La precisión de estos métodos, depende de la precisión de las instalaciones telemétricas, la valoración de los cálculos y de la calidad de los transductores de la información, que deben ser lo más pequeños posibles y que no perjudiquen los movimientos del deportista.

Durante la actividad del deportista, se producen señales bioeléctricas, que se les conoce como potenciales biológicos. Las señales nos informan de los procesos fisiológicos, que sirven para ver cómo responde el organismo ante una serie de esfuerzos de entrenamiento y adapta los sistemas de trabajo para conseguir los mejores resultados posibles.

Entre los distintos métodos electromecánicos tenemos:

- Electrocardiograma: Registran los potenciales biológicos del corazón.
- Electromiografía: Registran las potencias biológicas del músculo.

Otros transductores (un **transductor** es un dispositivo que convierte un tipo de energía en otra). Existen dos tipos de **transductores**: los sensores y los actuadores. Los sensores

detectan formas de energía, como pueden ser luz o fuerza, y las convierten en una salida de información digital, que son empleados en:

- Plataformas dinamométricas y de saltos: Se colocan debajo del recubrimiento de la pista, sirven para medir las fuerzas horizontales como verticales en la reacción de apoyo o el tiempo de apoyo.
- Ergómetros: Sirven para medir la fuerza, potencia, velocidad, etc., acercándose lo más posible a las condiciones de la competición. Podemos destacar entre los aparatos ergómetros: tapiz rodante, cicloergómetro, remo ergómetro, piscinas ergométricas, etc.
- Transductores de aceleración: Se utilizan para medir la fuerza de inercia que surge al acelerar o frenar un cuerpo en movimiento.
- Goniómetros: Se utilizan para medir los desplazamientos angulares, para corregir aspectos técnicos de los movimientos y obtener la posición más rentable para el deportista (Lemo T., 2014).

Según (Moya Ramón et al., 2007):

En esta parte, indicaré brevemente, cuáles son los instrumentos más utilizados para el control de las cargas de entrenamiento y competición en el entorno del rendimiento deportivo:

- **Los pulsómetros**

La frecuencia cardiaca (FC) es uno de los parámetros fisiológicos más utilizados para registrar y modular la intensidad del entrenamiento en todas las especialidades deportivas, y se recomienda su monitorización especialmente en periodos de sobre entrenamiento (Pichot et al., 2002).

Existe una relación entre FC y la intensidad del ejercicio, porque se detecta la onda de pulso, debido a un sensor que capta las variaciones eléctricas del corazón y un contador de tiempo.

Los pulsómetros constan, de un emisor con dos electrodos que se sitúan en el pecho, a ambos lados del corazón, y de un receptor que dispone de un potente procesador que integra las señales eléctricas y el tiempo (**Figura 8**).

Figura 8
Tipos de pulsómetro



Fuente: https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=imagen+pulsometro

En la actualidad vienen acompañados de potentes softwares, que permiten tratar la señal cardiaca almacenada, registrando la intensidad de las sesiones realizadas.

- **Los GPS.**

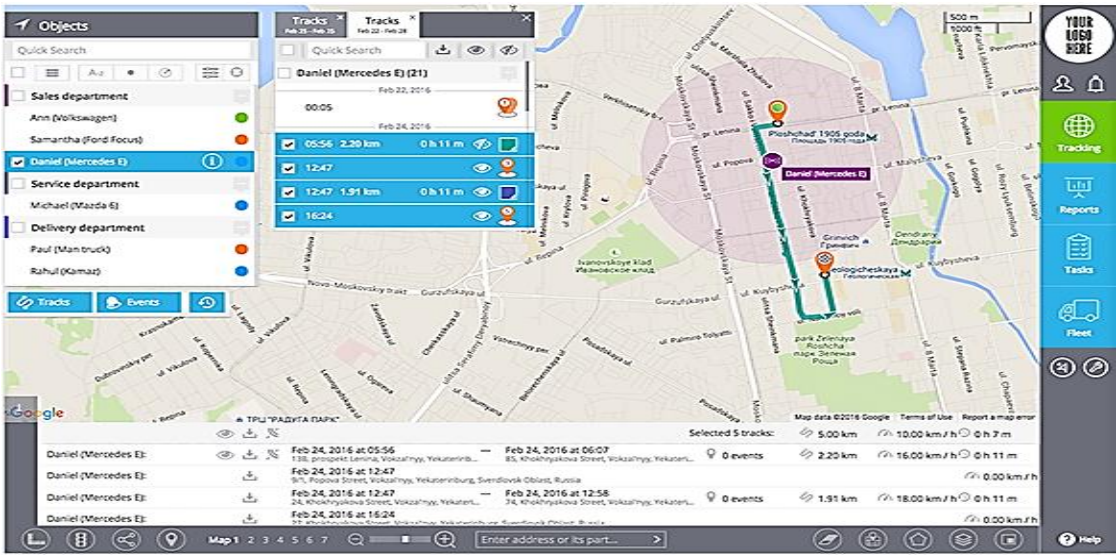
Los GPS, combinan el registro de la frecuencia cardiaca con la posición, la velocidad, la pendiente o la altitud a la que se encuentra un deportista en pleno esfuerzo. En la carrera de resistencia, la velocidad se relaciona directamente con el consumo de oxígeno y la economía del esfuerzo (Di Prampero et al., 1986).

El uso del GPS, tiene especial interés en aquellas modalidades en las que ha sido difícil obtener medidas objetivas y fiables del rendimiento (esquí, carrera de orientación, remo y piragüismo en aguas abiertas, windsurfing, parapente, paracaidismo, montañismo, etc.).

Para que un GPS tenga suficiente precisión, debe tener de: al menos 9 canales, gran capacidad de memoria para almacenar posición, distancia acumulada y velocidad, además sería deseable que tuviera la capacidad de grabar una posición cada segundo. Debe estar provisto de una interface para permitir la descarga de los datos a un PC para análisis, capacidad de conectarse a un receptor diferencial para mayor precisión, posibilidad de

colocarle una antena externa, para mejor visibilidad de los satélites, y por último que sea pequeño y ligero (**Figura 9**).

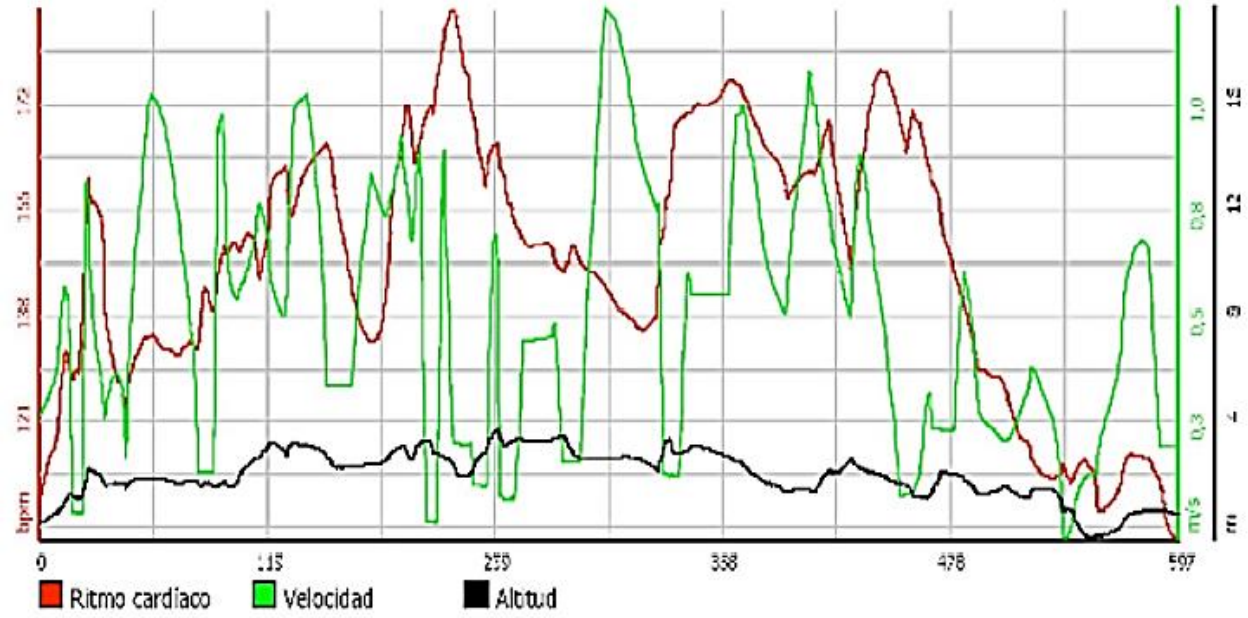
Figura 9
GPS



Fuente: https://www.google.com

Actualmente se están combinando los GPS con diferentes sensores (meteorológicos como el termómetro, barómetro; biomédicos como el pulsómetro, analizador de gases; mecánicos como el acelerómetro, inclinómetro, giroscopio), una evolución más en el análisis del rendimiento (**Figura 10**).

Figura 10
Integración de ritmo cardiaco, velocidad y altitud.



Fuente: (Moya Ramón et al., 2007)

- **Los analizadores portátiles de gases.**

Uno de los indicadores de rendimiento en la mayoría de los deportes, sobre todo en las disciplinas cíclicas de larga duración, es el VO2 máx. (consumo máximo de oxígeno); este indicador referencia, a la máxima cantidad de oxígeno que nuestro organismo puede utilizar por unidad de tiempo.

Los valores de este parámetro pueden establecerse en valores absolutos o relativos con respecto a la masa del sujeto y se establecen a partir de diversas pruebas de esfuerzo (PE) en laboratorio o campo.

Es más útil utilizar el VO2 relativo, porque permite una comparación significativa de las intensidades de entrenamiento de deportistas con diferentes características.

Para estudiar el comportamiento de la cinética de los gases implicados en el ejercicio (O2 y CO2), ante esfuerzos progresivamente crecientes, así como para realizar valoraciones acerca del consumo de oxígeno (VO2) y de la producción de anhídrido carbónico (VCO2) se hace necesario un aparataje específico. Si el estudio se realiza en el hábitat natural del deportista, es necesario utilizar los analizadores portátiles de gases (tipo COSMED K4 b2 o AeroSport), los cuales permiten desplazarse por la superficie específica de práctica, estableciendo protocolos de esfuerzo adaptados (**Figura 11**) y visualizar directamente en la pantalla del ordenador el proceso y los resultados.

Figura 11
Analizador portátil de gases COSMED K4 b2



Fuente: https://www.google.com

En la actualidad se comienza a utilizar conjuntamente el GPS y los analizadores portátiles de gases, principalmente en disciplinas al aire libre y fundamentadas en la carrera.

- **Aparatos generadores de hipoxia.**

Estos aparatos reproducen las condiciones de entrenamiento en altura (hipoxia, cambios en el sistema cardiovascular, cambios en la composición de la sangre, alteraciones del sistema nervioso, cambios en el sistema endocrino-metabólico), sin necesidad de viajar o desplazarse a lugares que cumplan las condiciones para este tipo de tareas.

Este tipo de tecnología es conocida como sistemas de hipoxia artificial, no está considerado por la Agencia Mundial Antidopaje (AMA) como un método prohibido. El más utilizado es el de las tiendas de altitud o hipoxia (**Figura 12**), es decir, estructuras con apariencia de tiendas de campaña pero que pueden reproducir las condiciones de altitudes de hasta 6.500 metros.

Figura 12
Aparatos generadores de hipoxia.



Fuente: https://www.google.com

- **Plataformas vibratorias.**

Se introdujeron en el entorno deportivo en la década de los 80 por entrenadores rusos (Nazarov y Spivak, 1985). Están basadas en la utilización de vibraciones mecánicas de rangos de frecuencia que oscilan entre los 20 Hz (Herzios) hasta los 100 Hz (**Figura 13**). Las vibraciones afectarían a las estructuras neurológicas del sujeto, sobre todo receptores musculares, vías medulares y estructuras corticales.

Hace falta seguir investigando con este tipo de tecnología sobre poblaciones específicas de deportistas, observando como afectarían las modificaciones de frecuencia vibratoria, amplitud, tiempo de estimulación, la posición del sujeto, sobre los efectos adaptativos perseguidos.

Figura 13
Plataformas vibratorias



Fuente: https://www.google.com

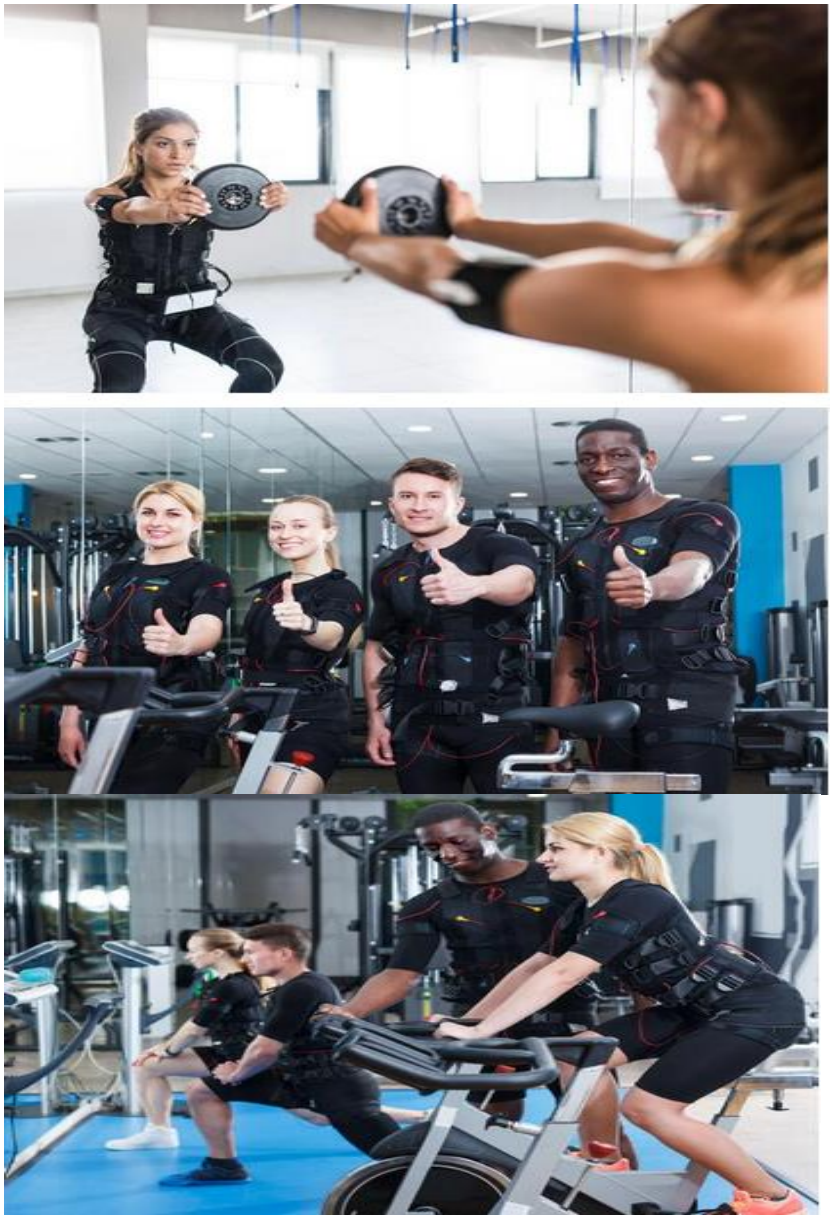
- **Electroestimuladores**

Son aparatos que utilizan una corriente eléctrica externa modulada para provocar un potencial de acción y producir una contracción muscular (Figura 14).

Originariamente, se usaban para el tratamiento de patologías de carácter muscular en el ámbito de la fisioterapia. La corriente aplicada debe estar correctamente modulada y adaptada a las características del deportista para evitar efectos desagradables como descargas eléctricas, quemaduras, etc.

Correctamente utilizado es uno de los medios apropiados para el desarrollo de la fuerza en los deportistas de alto nivel (Cometti, 1999).

Figura 14
Electro estimuladores

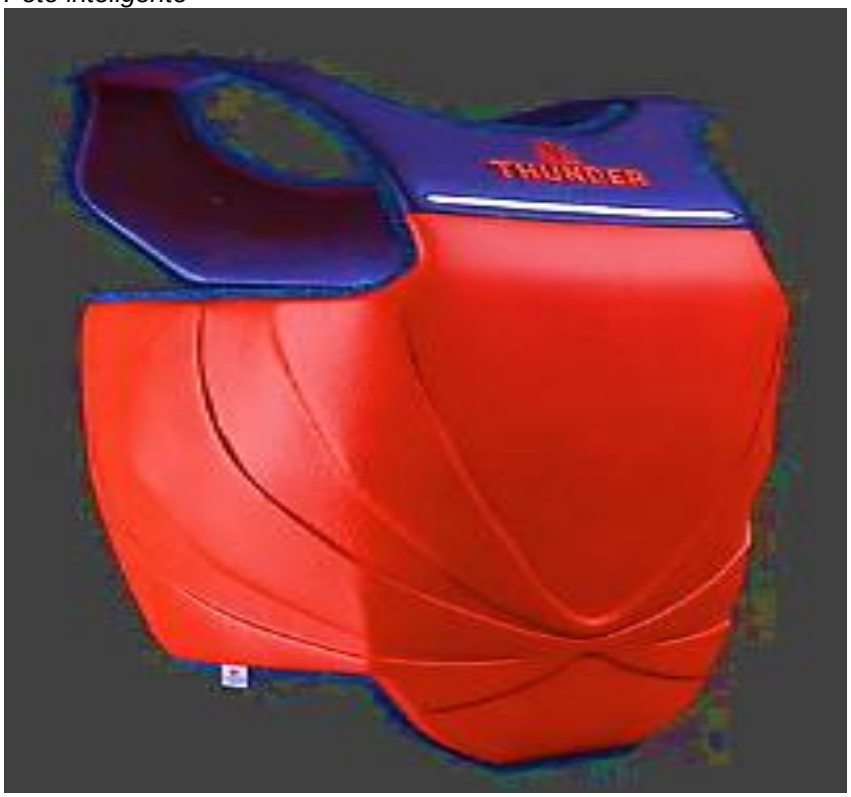


Fuente: https://www.alamy.es/imagenes/electroestimulador.html

- **Wearables (Usables)**

Los wearables deportivos son una categoría amplísima. Aquí entran desde los petos inteligentes (**Figura 15**) que ya usan los equipos de fútbol hasta los relojes deportivos de triatletas, atletas o nadadores.

Figura 15
Peto inteligente



Fuente: http://tkdthunder.com/

En realidad, son una pata más del Big Data, o pueden serlo. Depende del volumen de datos que recojas y cómo los gestiones. Normalmente su utilización se reduce a cuantificar los entrenamientos y comprobar qué rutina provoca un mayor incremento del rendimiento.

Las pulseras cuantificadoras, como por ejemplo las Fitbit o Mi Band se están poniendo de moda. Proporcionan información en tiempo real extremadamente útil, incluso para los deportistas aficionados (Alvarez, 2016).

Aplicaciones - apps tecnológicas

Dentro de las aplicaciones tecnológicas – apps con referencia al deporte, se las puede clasificar bajo dos aspectos:

- ✓ Competición
- ✓ Usuales o domésticas

Para competición, son aplicaciones realmente útiles para la obtención y registro de un sinfín de datos en relación con el ejercicio físico y poder llevar un seguimiento al más alto

nivel del rendimiento de una persona e inclusive en ciertos casos disfrutar de un entrenador personal, aunque en este caso a través de una aplicación automatizada (Online, 2017).

Entre las que se encuentran, por ejemplo:

Endomondo

Es una plataforma que destaca entre las demás porque le ofrece al usuario una serie de estadísticas bastante completas y gratuitas. Vale la pena considerarla porque posibilita el dar seguimiento al entrenamiento en tiempo real, además de poder compartir lo que se ha conseguido en redes sociales. Es una de esas aplicaciones perfectas para cuando se sale a correr. La interfaz de la plataforma dinámica y se pueden crear o añadir rutas con comodidad.

Runtastic

Una de las ventajas principales de esta aplicación para el deporte, es que tal vez se trata de la que soporta una mayor cantidad de deportes en comparación con otro tipo de plataformas similares, así que desde esa perspectiva es la más completa. Por otro lado, el análisis de los datos de la persona puede ir muy a fondo, así que el rendimiento y la manera en que se comporta este tipo de variable va a poder ser analizado en todo sentido por quien haga uso de la aplicación. Igualmente, aprovecha muy bien el uso del GPS para registrar e informar todo el progreso del usuario en términos de tiempo, altitud, velocidad, calorías y distancia. Por supuesto cada uno de estos datos es informado en tiempo real.

RunKeeper

Es una aplicación deportiva más simple que las ya mencionadas, pero que se ajusta muy bien para cualquier tipo de deportistas, más que nada los ocasionales.

Para entrenamiento personal o doméstico, se puede mencionar, por ejemplo:

Bien sea para empezar de cero, recuperar fondo físico perdido o para aumentar las cargas ya adquiridas. Existen varias aplicaciones que pueden guiar al usuario por diversas metodologías de entrenamiento a través de disciplinas deportivas o de ejercicios personalizados usando, por ejemplo, el peso corporal o elementos que tengamos en casa.

Revisemos a continuación algunas apps que reúnen estas características, bien sea para practicar/entrenar desde el hogar o, dependiendo de las restricciones normativas vigentes en la ciudad en la cual nos encontremos, al aire libre.

Teniendo en cuenta que las personas tienen una condición física especial producto de aspectos como condiciones médicas, viejas lesiones o capacidad de respuesta del cuerpo al ejercicio, algunas de las múltiples apps existentes piden al usuario diligenciar un formulario en el que pongan en conocimiento estas preexistencias, para elaborar un adecuado programa de ejercicios sin exponer la salud.

Strava

Es una de las aplicaciones de mayor aceptación en el mundo del deporte tanto aficionado como de alto rendimiento a la hora de realizar un seguimiento al entrenamiento realizado.

Ciclistas, corredores, nadadores, y varios y varias practicantes de otras disciplinas deportivas, utilizan esta aplicación para evaluar el progreso o análisis que deja la actividad física realizada.

Esta app es gratuita **Figura 16**, aunque también puede adquirirse una versión 'premium' con características adicionales. Funciona además como una red social, al permitir compartir los tiempos, recorridos y experiencias con millones de usuarios que deseen llevar una vida saludable creando una comunidad alrededor del deporte.

Figura 16
App Strava



Fuente: (Coronado Alvarado, 2021)

Runtastic

En el mundo Running (correr) la oferta de aplicaciones es amplia. Runtastic, ofrece opciones diversas a la hora de organizarse para salir a correr. Ítems como: velocidad, calorías quemadas, distancia recorrida y altitud entre otras, pueden ser valoradas por esta app y que viene tanto en versión gratuita como paga.

Este aplicativo **Figura 17**, recientemente adquirido por la multinacional Adidas, incluye mapas, cartografía y registra la actividad física de manera progresiva si la modalidad a descargar es la de running; si por el contrario la idea es hacer ejercicios personalizados, pueden obtener la app training (capacitación) y así elegir la rutina de ejercicios más acorde a las necesidades de cada usuario.

Figura 17
App Runtastic



Fuente: (Alvarez, 2016)

Freeletics

Esta aplicación **Figura 18**, ofrece un sistema de entrenamiento personalizado y diferente; usando el propio peso corporal del usuario, este software propone una serie de ejercicios de acuerdo a las necesidades de cada persona, y estos se hacen usando el propio peso del cuerpo ofreciendo múltiples combinaciones bien sea para principiantes o para atletas en estado avanzado de entrenamiento.

Cada sesión dura no más de 30 minutos, y la gran mayoría de ejercicios no requieren del uso de accesorios de gimnasio o similares. Con el transcurrir de las sesiones, la idea es aumentar la intensidad y tratar de reducir el tiempo de realización de los ejercicios.

Figura 18
App Freeletics



Fuente: (Alvarez, 2016)

Run Keeper

Aunque por su nombre suponemos que es una app ideal para runners, la realidad es que esta propuesta incluye también otras actividades como caminatas y excursionismo. El usuario establece el objetivo a cumplir (intensidad-velocidad del ejercicio, perder peso, entre otras) y mediante un seguimiento cuantificable la aplicación dicta los progresos o avances.

Viene en versión gratuita y paga **Figura 19**. Puede sincronizarse con diversos dispositivos móviles (Apple watch, Garmin, por ejemplo) y permite compartir y comparar resultados obtenidos con varias aplicaciones de salud incorporadas en los teléfonos celulares de los usuarios.

Figura 19
App Run Keeper



Fuente: (Alvarez, 2016)

Lojong: Meditación Mindfulness

Al comenzar una actividad física independientemente de la intensidad con que se practique, es posible que lleguen las sobrecargas musculares, cansancio y agotamiento. La meditación es una alternativa válida para sobrellevar estos factores, y darle al cuerpo el equilibrio necesario para continuar con los objetivos propuestos. Lojong es una app que tiene como objetivo ejercitar la mente y mejorar la calidad de vida.

Una app de meditación ayuda a mejorar la concentración a la hora de realizar una actividad física o deporte y a recuperar de manera adecuada los músculos exigidos durante la práctica del mismo. Lojong tiene versión gratuita y paga **Figura 20** (Coronado Alvarado, 2021).

Figura 20
App Lojong: Meditación Mindfulness



Fuente: (Alvarez, 2016)

Wikiloc

App de ruta de senderismo que tiene más de 24 millones de caminos guardados pensados para senderismo, running, bicicleta kayak, ski y otros 75 tipos de actividades diferentes, que funcionan sin necesidad de internet a la hora de salir a hacer deporte. Por ejemplo, para el bosque Panul de La Florida ofrece cerca de 3.000 rutas con puntos atractivos para usuarios, siendo aplicable no solamente en Santiago, sino que en cualquier región del país.

Adidas Running y Training

Dos apps pertenecientes a la marca deportiva. Cuentan con un medidor de distancia, calorías quemadas y ritmo, por mencionar parte de sus características. Al igual que Stravas, guarda el recorrido que uno ejecuta al trotar utilizando el GPS del celular. A ello, se suma que Adidas Running puede utilizarse para caminar, andar en bicicleta, nadar, bailar, o entrenar crossfit. Por otro lado, la app de Training ofrece ejercicios en casa personalizados de acuerdo con tus objetivos personales, y vídeos para ejecutar correctamente los ejercicios en casa, incluyendo sesiones de calentamiento y estiramiento, para evitar lesiones, junto a clases de yoga.

Nike Training

Permite ejecutar ejercicios con muy pocos implementos extras, que se pueden suplir con objetos que podemos encontrar en el hogar. Lo bueno de la app es que uno plantea un objetivo y la aplicación va mostrando videos de los ejercicios que tiene que ejecutar de manera correcta y cuál es específicamente el movimiento que tiene que hacer. Ejercicios flexibles para conseguir resultados específicos que van en rutinas de 5 a 45 minutos, niveles básico, intermedio y avanzado, rutinas solo con peso corporal, con poco material y con más material.

Asana Rebel

Presenta explicaciones de ejercicios en base al objetivo de la persona. Da recomendaciones de alimentación saludable, aparte de permitir tener un control del entrenamiento, sino también de las calorías que uno requiere en base a peso y altura, aspecto que en confinamiento muchos han dejado de lado. La aplicación permite seguir continuamente los entrenamientos, generando un calendario para marcar los días que uno entrena y el tipo de ejercicio que necesita hacer para seguir evolucionando.

Fitify

Entrega ejercicios para el tren inferior, zona media del cuerpo, tren superior e incluso full body. Es una aplicación muy amigable que cuenta con membresía básica y premium, siendo su opción gratuita la que ofrece 900 ejercicios usando el peso corporal o material deportivo, como bola suiza, balón medicinal, mancuernas, pesas o barra de dominadas. Funciona sin conexión a internet y tiene más de 15 sesiones de recuperación prediseñadas para evitar lesiones, junto a la posibilidad de crear entrenamiento personalizado a partir de la base de datos de ejercicios.

Zana Fit

App chilena que apoya e incentiva la práctica deportiva de forma digital con rutinas de variadas disciplinas, desde HIT a reforzamiento de glúteos. Bajo dos modalidades, básica y premium, los usuarios pueden acceder a programas de acuerdo a los objetivos de los

usuarios. La app muestra estadísticas de cuántas rutinas realiza en el mes, junto con la posibilidad de disponer la opción para que suban fotos y comparen los cambios que están buscando. Cuenta con coaches reconocidos en Latinoamérica y certificados en cada disciplina. Al acceder a la suscripción, tienes acceso a rutinas ilimitadas y algunas funcionalidades extra.

Plantillas Excel, para llevar el seguimiento y control del entrenamiento deportivo

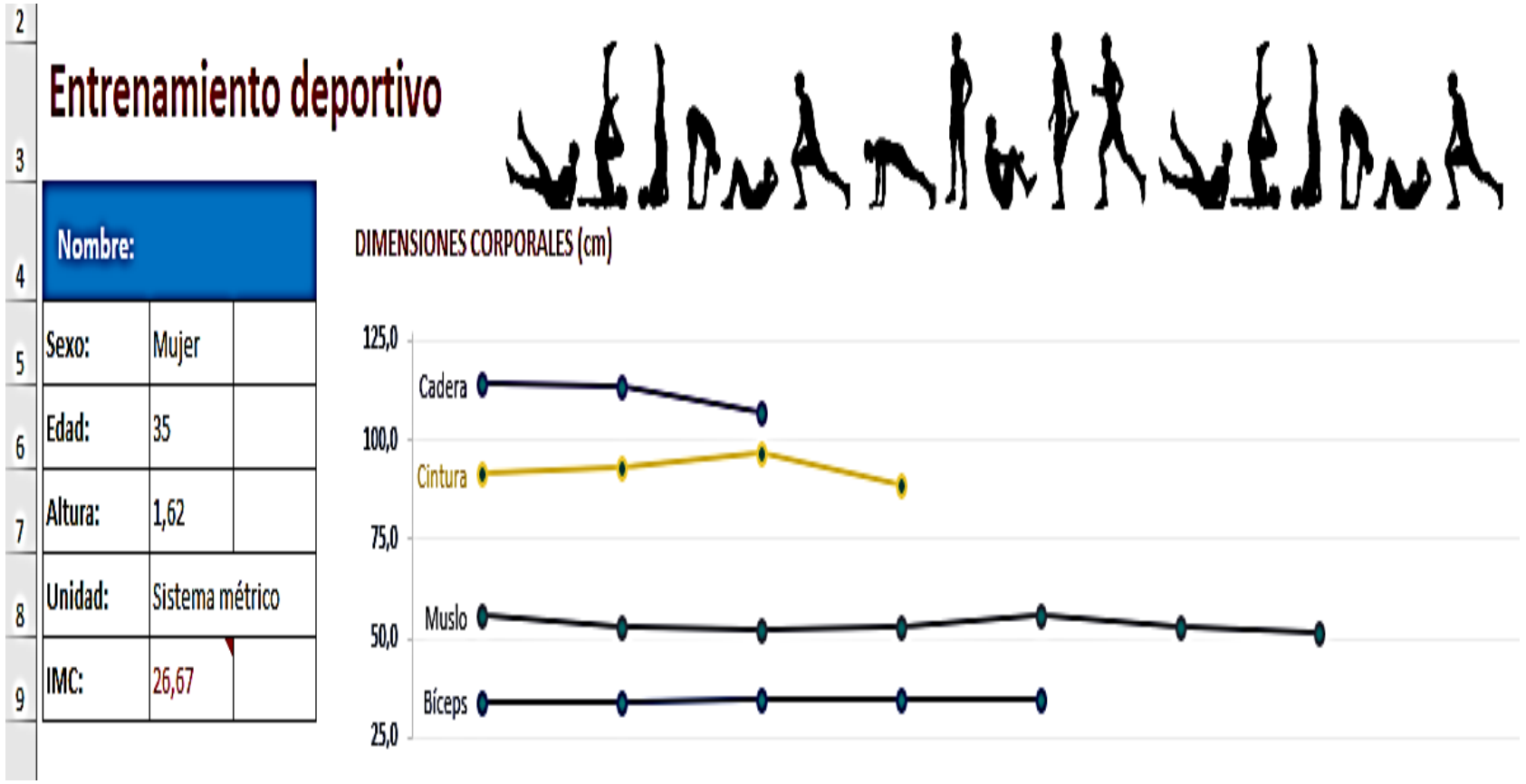
A continuación, se muestra algunas de las plantillas o modelos como las que se encuentran en las páginas web, siguientes:

- https://es.justexw.com/plantillas/entrenamiento-deportivo-en-excel
- https://es.justexw.com/las-mejores-plantillas-de-excel-gratis-de-entrenamiento-y-vida-fitness.html

Se pueden elaborar en Excel a manera de talleres o proyectos a realizar por parte de los estudiantes, y que podrían servir como modelos para llevar el seguimiento o avances y control del proceso de entrenamiento:

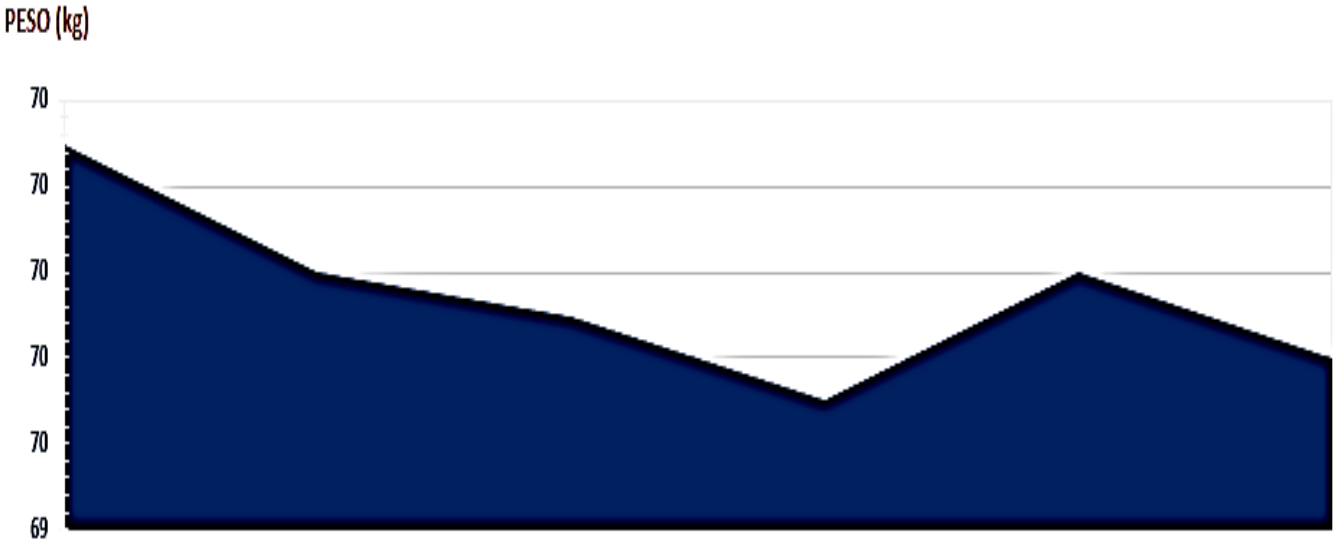
Planes de entrenamiento: Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24.

Figura 21
Estadística de la contextura física del deportista



Estadística inicial:

Tipo	Actual	Objetivo
Peso	70	63
Cintura	91,44	71
Bíceps	34,29	35
Cadera	114,3	96
Muslo	55,88	43



PESO REGISTRO

Fecha	Hora	Peso
19/6/2014	8:00	70,3
26/6/2014	14:00	70,0
3/7/2014	8:15	69,9
10/7/2014	14:00	69,7
17/7/2014	8:00	70,0
14/8/2014	8:30	69,8

CINTURA REGISTRO

Fecha	Hora	Tamaño
19/6/2014	8:00	91,4
26/6/2014	14:00	93,2
3/7/2014	8:15	96,5
17/8/2014	10:00	88,9

BÍCEPS REGISTRO

Fecha	Hora	Tamaño
19/6/2014	8:00	34,3
26/6/2014	14:00	34,3
3/7/2014	8:15	34,5
10/7/2014	14:00	35,1
17/8/2014	8:00	35,0

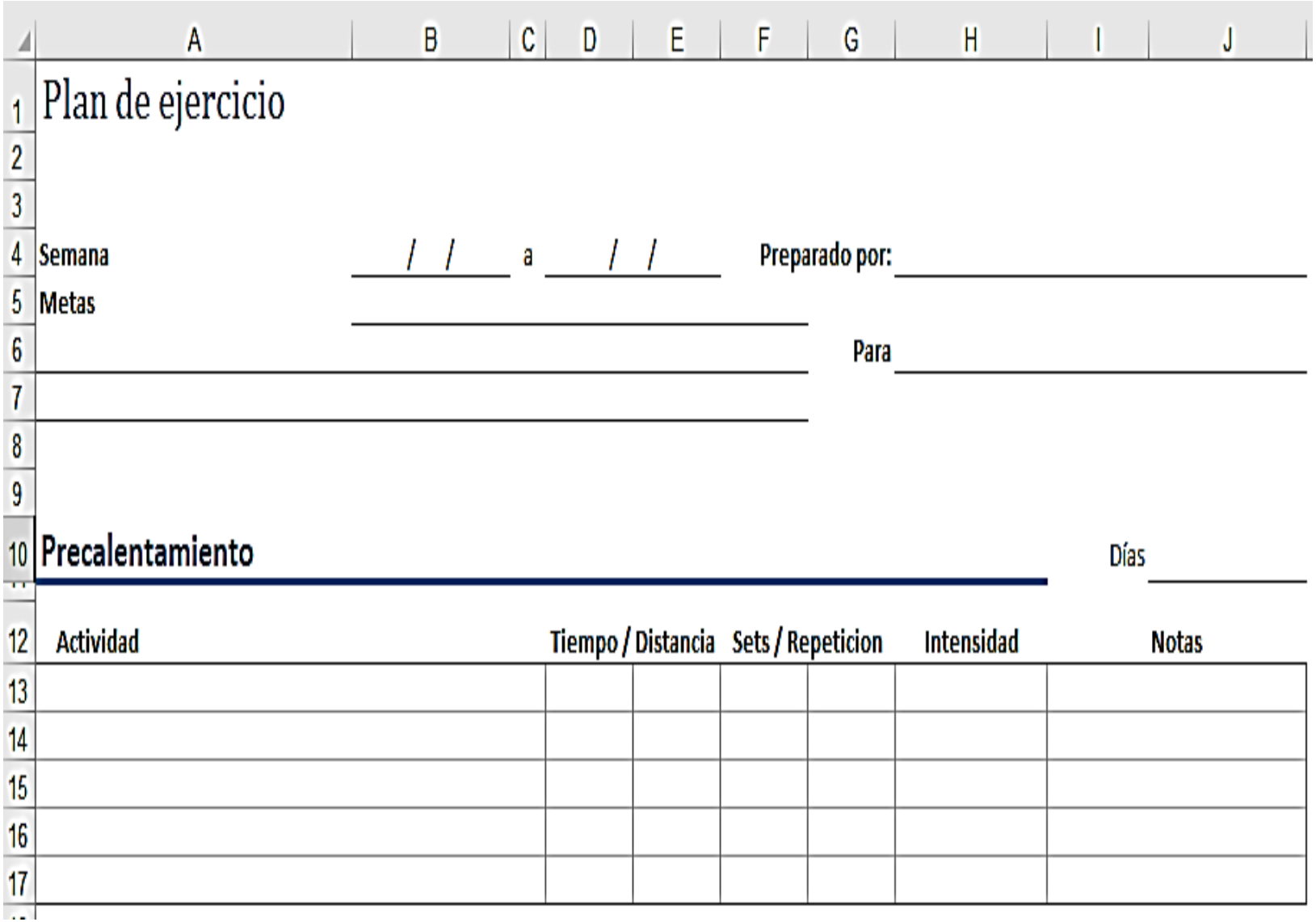
CADERA REGISTRO

Fecha	Hora	Tamaño
19/6/2014	8:00	114,3
26/6/2014	14:00	113,8
15/8/2014	10:00	106,7

MUSLO REGISTRO

Fecha	Hora	Tamañ
19/6/2014	8:00	55,9
26/6/2014	14:00	53,3
3/7/2014	8:15	52,1
10/7/2014	14:00	53,3
17/7/2014	8:00	55,9
31/7/2014	8:30	53,3
17/8/2014	10:00	51,6

Figura 22
Plan de entrenamiento



Plan de ejercicio

Semana ___/___/___ a ___/___/___ Preparado por: _____

Metas _____

_____ Para _____

_____

Precalentamiento

Días _____

Actividad	Tiempo / Distancia		Sets / Repeticion		Intensidad	Notas

Musculatura

Días _____

Ejercicios	Sets/Repetición		Peso		Tiempo descanso	Notas

Entrenamiento de Cardio

Días _____

Ejercicios	Tiempo / Distancia		Objetivo	Intensidad	Notas

Enfriamiento

Días _____

Actividad	Tiempo / Distancia		Sets / Repeticion	Intensidad	Notas

Figura 23
Registro de actividades

Registro de Actividades

ACTIVIDADES	TOTAL	UNIDAD
Bicicleta	18,44	kilómetros
Correr	0	kilómetros
Caminar	1227	pasos
Natación	1700	metros
Otros	7,29	kilómetros



FECHA	ACTIVIDAD	HORA DE INICIO	DURACIÓN	DISTANCIA	CALORÍAS	NOTA
19/8/2014	Bicicleta	13:00	0:23:00	5,89	173	Calor y humedad
20/8/2014	Bicicleta	16:30	1:30:00	12,55	344	
21/8/2014	Natación	10:00	0:30:00	1700	237	
25/8/2014	Caminar	13:30	0:35:00	1227	150	
27/8/2014	Otros	14:19	0:30:00	7,29	115	

Registro de ejercicios

Estadísticas

Promedio de duración (minutos)	Promedio de calorías	Promedio de distancia (millas/km)	Promedio de peso	Promedio de ritmo (por hora)
35	402	2,75	131	4,71

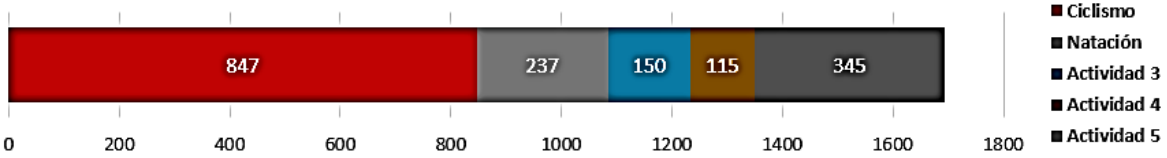
Ejercicios

FECHA	ACTIVIDAD	DURACIÓN (minutos)	DISTANCIA (millas/km)	RITMO (por hora)	CALORÍAS	PESO	NOTAS
Fecha	**Máquina elíptica**	40	2,50	3,75	380	132	Notas
Fecha	**Cinta**	30	3,00	6,00	423	130	Notas

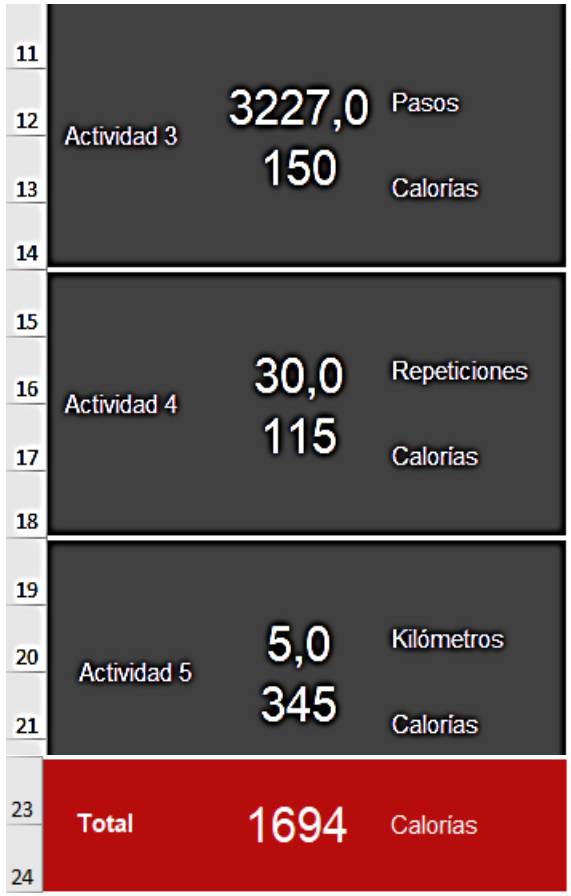
Seguimiento de actividades

Realice un seguimiento de sus cinco actividades principales. Intercambie la información de la siguiente actividad con las actividades que más realiza. Después, agregue sus entradas al registro de actividades para realizar un seguimiento del progreso.

Ciclismo	19,5	Kilómetros
	847	Calorías
Natación	1700,0	Metros
	237	Calorías



Fecha	Actividad	Hora de inicio	Duración	Total	Unidad	Calorías	Nota
Fecha	**Ciclismo**	16:00	0:23:00	3,66	Kilómetros	173	Caliente y húmedo
Fecha	**Ciclismo**	14:30	0:45:00	7,8	Kilómetros	330	Tarde fresca
Fecha	**Natación**	10:00	0:30:00	1700	Metros	237	Dormir bien la noche anterior
Fecha	**Actividad 3**	13:30	0:35:00	3227	Pasos	150	
Fecha	**Actividad 4**	5:30	0:30:00	30	Repeticiones	115	



Fecha	**Actividad 5**	6:00	0:45:00	5	Kilómetros	345
Fecha	**Ciclismo**	10:00	0:40:00	8	Kilómetros	344

Figura 24

Registro de alimentos

Registro de alimentos



		CALORÍAS	GRASA	COLESTEROL	SODIO	CARBOHIDRATOS	PROTEÍNAS	AZÚCAR	FIBRA
OBJETIVOS NUTRICIONALES	Ingesta diaria:	1800	40,0	225,0	2100,0	130,0	56,0	25,0	25,0
	Ingesta total:	3090	74,3	139,6	1400,7	208,6	68,8	84,1	24,5

FECHA	COMIDA	ALIMENTO	CALORÍAS	GRASA	COLESTEROL	SODIO	CARBOHIDRATOS	PROTEÍNAS	AZÚCAR	FIBRA
19/8/2014	Desayuno	Yogur griego	130	8	10	60	16	11	5	0
19/8/2014	Tentempié	Manzana	65	0,2			17,3	0,3		
19/8/2014	Almuerzo	Rollitos de mango y lechuga	220	0,5		200	30	6	4	9
19/8/2014	Cena	Tacos de gambas (2)	600	0,5		300	22	9,8		
19/8/2014	Tentempié	Nueces al natural	210	20			3	5		3
20/8/2014	Desayuno	Avena cortada	220	3			29	7		5
20/8/2014	Tentempié	Naranja	85	0		0	21	1	17	4
20/8/2014	Almuerzo	Calabacín con pesto	340	7	3	63	1	2		2
20/8/2014	Cena	Bacalao al horno	470	4,07	49	460	0,46	23,71	0,1	
20/8/2014	Cena	Verduras variadas a la parrilla	220	7			5	3		
20/8/2014	Tentempié	Copa de helado	530	24	77,6	317,7	63,8	0	58	1,5

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Rendimiento deportivo. Capacidad de desempeño en la actividad física.

1RM. Llamamos repetición máxima o 1RM a la resistencia específica que permite realizar únicamente una repetición en esa serie y en un ejercicio concreto.

Big data. Corresponde al almacenamiento de un gran volumen de datos, y los procedimientos usados a la hora de convertir los datos en información que facilite la toma de decisiones.

Fosbury. Es la técnica de salto de altura en la, que la vara se cruza dorsalmente, arqueando el torso hacia atrás.

Crawl. Desplazamiento.

Telecicloграfía. Registra la trayectoria de un movimiento y es reproducible en televisión.

Electrocardiograma. Registra los potenciales biológicos del corazón.

Electromiografía. Registra las potencias biológicas del músculo.

Transductor. es un dispositivo que convierte un tipo de energía en otra.

Ergómetros. Sirven para medir la fuerza, potencia, velocidad, etc., acercándose lo más posible a las condiciones de la competición. Podemos destacar entre los aparatos ergómetros: tapiz rodante, cicloergómetro, remo ergómetro, piscinas ergométricas, etc.

Goniómetros. Se utilizan para medir los desplazamientos angulares, para corregir aspectos técnicos de los movimientos y obtener la posición más rentable para el deportista.

Wearables. Usables

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abernethy, B. (1996). Training the visual-perceptual skills of athletes. Insights from the study of motor expertise. *The American Journal of Sports Medicine*, 89-92.

Aguado, X., Izquierdo, M., y Montesinos, J. (1997). *La Biomecánica fuera y dentro del laboratorio.* León: Universidad de León.

Alvarez, E. (21 de Julio de 2016). *Computer Hoy*. 11 inventos tecnológicos que revolucionaron el deporte: https://computerhoy.com/listas/life/11-inventos-tecnologicos-que-revolucionaron-deporte-44950

Cometti, G. (1999). L´electromyostimulation dans l´entrenaiment des sportifs. *En Sport and Medicine*, 16-26.

Coronado Alvarado, J. P. (18 de Enero de 2021). *Radiónica*. Cinco aplicaciones para hacer deporte: https://www.radionica.rocks/tecnologia/cinco-aplicaciones-para-hacer-deporte

Di Prampero, P., Atchou, G., Brueckner, J., y Moia, C. (1986). The energetics of endurance. 259-266.

Ferro, A., Rivera, A., García-Fogeda, A., Pagola, I., y Valios, J. C. (1999). Influencia del lanzamiento con discos de diferente peso en la técnica individual. *Investigaciones en Ciencias del Deporte*, 21-36.

González-Badillo, J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. *RED*, 5-16.

González-Badillo, y J.J. y Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. *INDE*, 57-80.

Google. (s.f.). *como-calcular-los-porcentajes-de-cargas-submaximas - Vitónica*. https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=que+es+1RM

Hughes, M., y Bartlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 739-54.

Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: a critical review. *Journal of Sports Sciences*, 813-28.

Lemo T., R. L. (14 de Mayo de 2014). *LAS TIC EN EL DEPORTE*. RECURSOS TECNOLÓGICOS APLICADOS EN LA PRÁCTICA DEPORTIVA: https://deportetecnology.blogspot.com/2014/05/recursos-tecnologicos-aplicados-en-la.html

Liebermann, D., Katz, Hughes, M., Bartlett, R., McClements, J., y Franks, I. (2002). Advances in. *J Sports Sciencies*, 755-69.

Moya Ramón, M., Reina Vaillo, R., Gutiérrez Aguilar, O., Vera-García, F. J., y López Elvira, J. (Marzo de 2007). *Wordpress.* NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL DESARROLLO Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETICIÓN EN EL DEPORTE: https://revistasocialesyjuridicas.files.wordpress.com/2010/09/02-tm-07.pdf

Nazarov, V., y Spivak, G. (1985). Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical. *En Theor Pract Phys Cul*, 445-50.

Online, I. D. (2017). *Online, Instituto Deportivo - Formación Deportiva Online*. Aplicaciones de la tecnología al deporte: https://www.formaciondeportivaonline.com/aplicaciones-la-tecnologia-al-deporte/

Oxford Languages. (s.f.). *Diccionario*. Diccionario Definiciones de Oxford Languages · Más información: https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=que+es+visionar

Pichot, V., Busso, T., Roche, F., Garet, M., Costes, F., Duverney, D., y Lacour, J. (2002). Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory. *En Med Sci Sports Exerc*, 1660-6.

Ripoll, H. (1988). Analysis of visual scanning patterns of volleyball players in a problem solving. *International Journal of Sport Psychology*, 9-25.

Significados.com. (10 de Agosto de 2019). *Significados*. https://www.significados.com/layout/

Tenenbaum, G., Yuval, R., Elbaz, G., Bar-Eli, M., y R., W. (1993). The relationship between cognitive characteristics and decision making. *Canadian Journal of Applied Psychology*, 48-62.

Universidad Pontificia Comillas - Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. (2020). *Impacto del big data en el deporte y en el fútbol.* Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

Williams, A., Davids, K., y Williams, J. G. (1999). Visual perception and action in sport. *E & FN Spon*.

Yeadon, M., y Challis, J. (1994). The future of performance-related sports. *Journal of Sports Sciences*, 3-32.



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO CORPORATIVO

EDWARDS DEMING

Saber qué hacer y cómo hacerlo



EDICIÓN PRIMERA

ISBN: 978-9942-692-38-2

