

Provincia de Buenos Aires

Dirección General de Cultura y Educación

Instituto Superior Fundación Suzuki – DIPREGEP N°3882

Matemática aplicada al deporte

“Un salto físico-matemático”

Tesina para optar al título de profesor de matemática

Autor: Marquez, Walter Daniel

San Miguel, Buenos Aires

4 de marzo del 2009

Agradecimientos

Gracias, es una palabra tan pequeña pero con un gran significado...y que, en estos tiempos, no se pronuncian tan a menudo como se debiera. Por eso hoy que tengo la oportunidad de agradecer a todas esas personas que han marcado esta etapa de mi vida, ya sea desde un consejo, desde una mirada, desde una palabra alentadora, solamente estando, quiero decirles... gracias:

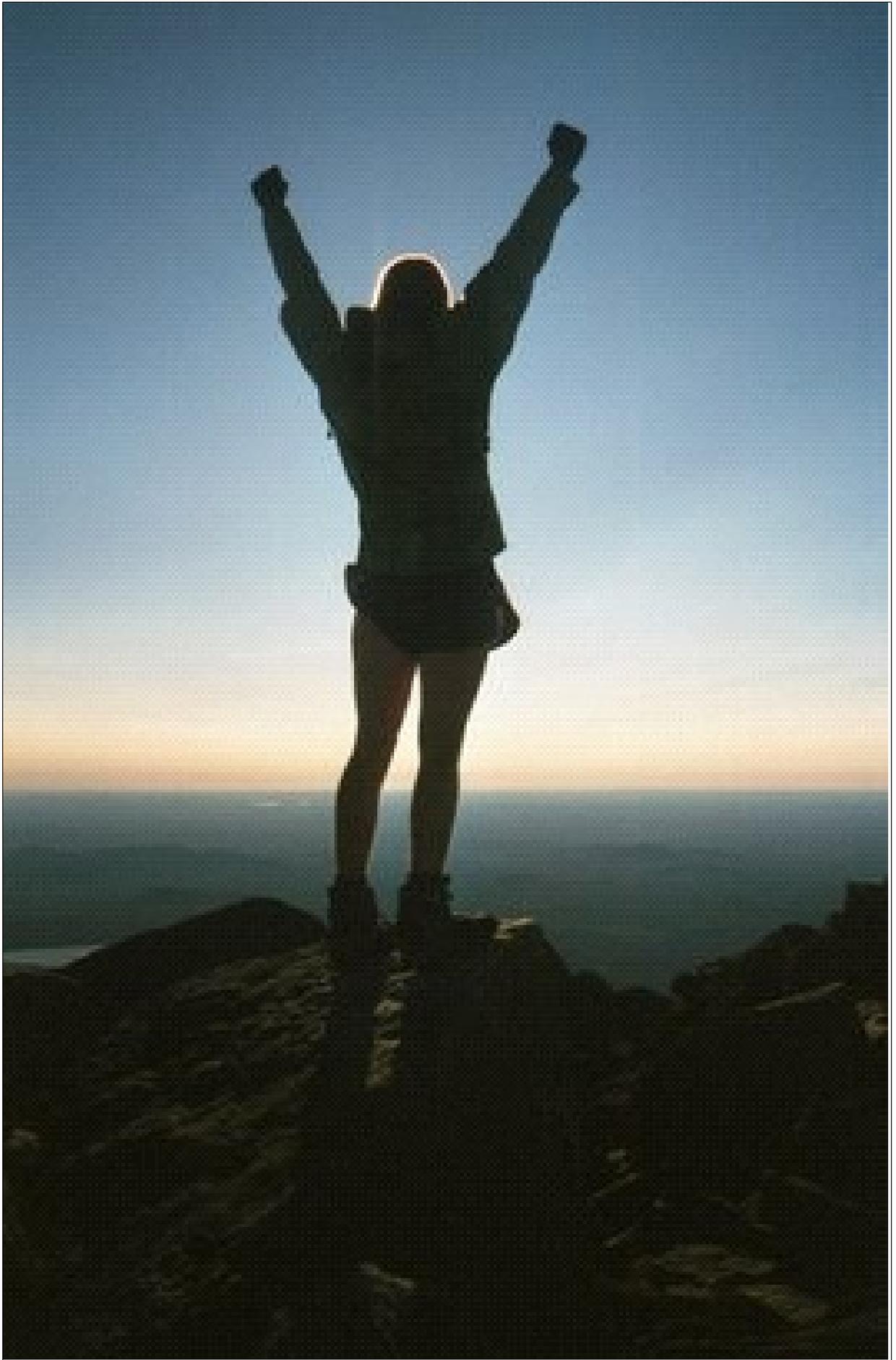
A mi familia por su apoyo, su amor y comprensión.

A mis profesores por brindarme sus conocimientos y experiencias, y por ayudarme a terminar este trabajo que es la culminación de una hermosa etapa.

A mis amigos y compañeros. Ellos saben quiénes son. Por sus preciados consejos y gratos momentos.

Siempre estaré en deuda permanente con todos ustedes.

*Simplemente **¡¡GRACIAS!!***



En el verdadero éxito, la suerte no tiene nada que ver; la suerte es para los improvisados y aprovechados; y el éxito es el resultado obligado de la constancia, de la responsabilidad, del esfuerzo, de la organización y del equilibrio entre la razón y el corazón.

ANONIMO

Índice

Contenido	Página
Resumen	7
Abstract	7
Descriptores	8
Supuestos y limitaciones	10
Introducción	11
Fundamentación	13
Marco histórico	14
Reseña histórica	15
Cronología	16
Marco teórico	17
Disciplina que componen el atletismo	18
Clasificación	19
Carrera y marcha	20
Marcha atlética	21
Carreras	22
Carrera de relevos	24
Carrera de vallas	26
Carrera con obstáculos	28
Salto	30

Resumen

En esta tesina se estudian las aplicaciones matemáticas en las distintas disciplinas atléticas, como carreras, carreras de relevos, pruebas combinadas, salto atlético (salto de longitud, altura, triple salto, con garrocha), lanzamiento de artefactos (martillo, disco, jabalina, peso o bala), teniendo en cuenta conceptos de la física.

En primer lugar se comenzará con una pequeña reseña histórica sobre el atletismo para luego ir caracterizando las disciplinas antes mencionada, por ultimo se ira relacionando los contenidos físico-matemáticos que se pueda efectuar.

Abstract

The mathematics applications in the different athletic disciplines such as races, such races, combine tests athletic jump (length and heigh jum; triple jump and with pole) element throw), dropping ordnance (hammer, discus, javelin, weight or bullet), bearing in mind the physics concepts are students in this thesis

in the first place, we are going to bgin witha brief historicalsummaryabout athleticsto them charracterize the disciplines mentioned before.

To conclude the physics and mathematics contents are going tobe related.

Descriptores:

Atletismo - Matemática - física

Supuesto y limitaciones

Es importante enmarcar el material obtenido ya que la amplitud es notoria, por lo cual **supongo** que resultará necesario realizar una correcta selección y discriminación del mismo.

Resulta de algún grado de complicación la obtención de material bibliográfico que relacione lo físico-matemático con las distintas disciplinas atléticas. Lo que **limita** de alguna manera un desarrollo más extenso del presente trabajo.

Introducción

En varias oportunidades he escuchado que la falta de motivación por parte de los alumnos en el aprendizaje de la física y la matemática suele ser un problema importante.

Si bien se debe a varios factores, a veces ajenos a lo específicamente pedagógico, es un desafío de los tiempos modernos lograr ese interés. Por otra parte considero sumamente útil llevar al aula aquellos hechos del mundo globalizado que por su relevancia belleza e importancia son generadores de interés, como puede ser los mundiales o los juegos olímpicos.

Por tal motivo, elegí el atletismo como campo de este estudio físico-matemático, para poder despertar en el alumno ese interés por el estudio de la ciencia.

Fundamentación

A la hora de realizar un estudio físico-matemático sobre el deporte es necesario tener en cuenta conceptos como velocidad, aceleración, trabajo, potencia, energía, trayectoria, cuerpo puntual, funciones. A partir de ellos podremos tener una herramienta necesaria para que el alumno pueda interpretar y resolver aquellos problemas en los que este involucrado el atletismo y lo físico-matemática.

MARCO HISTORICO

Reseña histórica

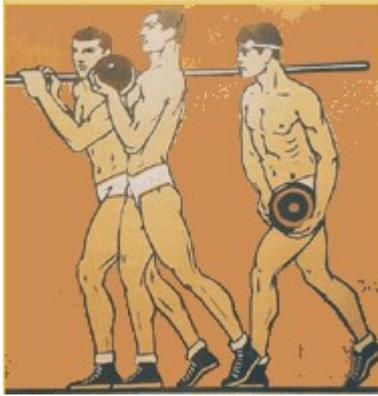
El atletismo refleja la práctica competitiva de la carrera, el salto y el lanzamiento, ya que la palabra griega *atlos* significa lucha o combate. La **historia del atletismo** puede ser tan antigua como la de la humanidad. Desde los tiempos primitivos, todo ser humano muestra una tendencia natural a poner a prueba sus recursos físicos, además de que para sobrevivir hacía falta correr detrás de la presa para posteriormente cazarla con el lanzamiento de una herramienta. Pueden encontrarse huellas de las actividades atléticas en bajorrelieves egipcios que se

remontan al año 3500 a.C., pero las primeras noticias documentadas de competiciones atléticas en la antigüedad se localizan en Grecia e Irlanda, siendo por tanto el atletismo la forma organizada de deporte más antigua.

Los Juegos Olímpicos que recibían ese nombre por que se celebraban en la ciudad de Olimpia, al noroeste del Peloponeso nacieron, probablemente, alrededor del año 880 a.C. por obra de Ifitos, rey de la Elida, y en honor al dios Zeus. No obstante, la fecha más aceptada como inicio de los juegos es el 776 a.C., porque por primera vez, existe el registro en piedra de un ganador: kerobos, el vencedor de la carrera del estadio, 197,27 metros. Casi dos décadas después se instauró la corona de laureles para el atleta más destacado en cada una de las pruebas. En el 468 a.C., las olimpiadas pasaron de ser una simple competencia de una sola jornada, a una justa que se prolongaba por cinco días, en los que además de realizarse varias pruebas, como el pugilato, el pentatlón, carrera o jabalina, regía la llamada tregua olímpica, especie de norma que prohibía o suspendía cualquier conflicto armado entre las ciudades-estados griegas.

Entre los años 472 a.C., y el 350 a.C., los Juegos Olímpicos tomaron la forma y características que más o menos se conocen actualmente. Se sabe que el primer día estaba dedicado a la celebración del culto a Zeus; en el segundo día tenían lugar las carreras individuales, las que se desarrollaban en el estadio, zona rectangular cercada por bancos de arena en declive. En las jornadas subsiguientes tenían lugar el resto de las pruebas: lucha, boxeo y el pancracio (combinación de ambas disciplinas). A la cuadriga - carros tirados por cuatro caballos - le seguían una serie de cinco pruebas: lanzamiento de disco, jabalina, salto de longitud, lucha y carreras de velocidad. El cierre de los juegos era precedido por una competencia en la que los deportistas corrían con armaduras. El ganador coronado con guirnalda de olivo.

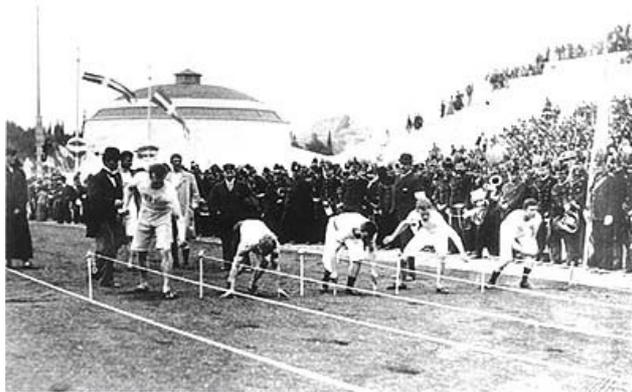
En las Olimpiadas Griegas, los competidores ofrecían sus triunfos a sus dioses. Se presentaban desnudos y descalzos en la arena, ya que en ese entonces y en tales eventos multitudinarios se predicaba ante todo, la belleza del cuerpo humano, por lo cual no se permitía el acceso de las mujeres.



El estadio estaba formado por un óvalo de 300 varas, hoy, unos 333 metros aproximadamente. Los corredores tomaban la salida y la competencia consistía en un número determinado de vueltas.

Los ganadores no recibían oro, joyas o títulos nobiliarios, únicamente eran coronados con un ramo de olivo y obtenían el reconocimiento de ser los más rápidos y de ser tratados como semidioses.

Con la llegada del cristianismo, la gloria de los juegos paulatinamente se fue apagando, hasta que en el año 394 d.C., el emperador romano Teodosio I el Grande los abolió definitivamente, pues se los consideraba paganos. Durante 8 siglos no se celebraron.



Paulatinamente, Gran Bretaña comenzó a celebrar competiciones atléticas, y en el siglo XIX se va acrecentando el interés y la popularidad por todo tipo de juegos, prácticas y enfrentamientos deportivos.



En 1896 se disputan en Atenas los primeros juegos olímpicos de la era moderna impulsados por el Barón Pierre de Cooubertain.



Cronología

- En 1912, en los Juegos Olímpicos de Estocolmo, se cronometran por primera vez las carreras; este hecho cambiaría la historia del Atletismo.

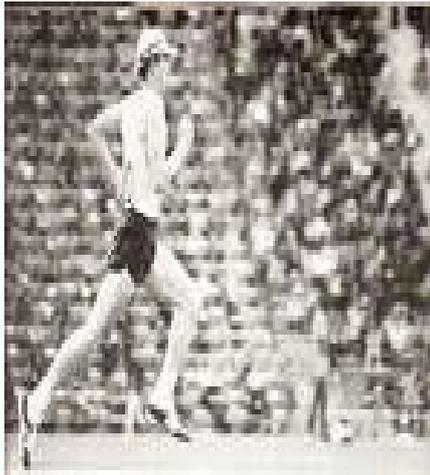
- El norteamericano Jim Torphe, nacido en 1888, fue la máxima figura de los Olímpicos de Estocolmo 1912. Ganó dos Medallas de Oro en Pentatlón y Decatlón, y logró el récord mundial. Seis meses después, las Autoridades Olímpicas anularon sus récords y premios, por haber cobrado U\$S 25 semanales jugando en una liga de Béisbol. Después de su muerte, en 1982, el Comité Olímpico Internacional le entregó a sus hijos las Medallas Olímpicas y se reinscribió su nombre en el libro de los Récords

- En julio de 1924, en los Juegos Olímpicos de París, el fondista finlandés Paavo Nurmi ganó cinco Medallas de Oro que sumadas a las de Amberes 1920 y Amsterdam 1928, llegan a 9 Medallas de Oro. Por los récords superados, se convirtió en un mito del atletismo al que llamaron "El Finlandés Volador".

- El 25 de mayo de 1935, Jesse Owens batió cuatro récords de velocidad en tan sólo 45 minutos en dos categorías de carreras pedestres, salto en largo y carrera con vallas. Esto sucedió durante un torneo realizado en la ciudad de Ann Arbor, Michigan. En la primera carrera recorrió las 100 yardas en 9,4 segundos. Diez minutos después batió el récord de salto en largo en el primer intento, con un salto de 9 metros. Nueve minutos más tarde corrió 220 yardas en 20,3 segundos y a sólo 45 minutos de haber vencido en la primera prueba, batió el récord de carrera con vallas sobre 220 yardas en 22,6 segundos.

- Este atleta, Jesse Owens, en 1936, gana 4 Medallas de Oro en los Juegos Olímpicos de Berlín:

En 100 metros



-En 200 metros

-En Salto en Largo

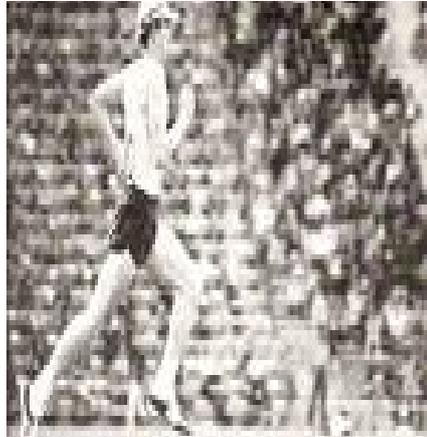
-Postas 4 x 100

- Hitler se retira indignado de las plateas. La supremacía blanca Nazi fue desafiada.

- El checoslovaco Emil Zatopek logra en los Juegos Olímpicos de Londres de 1948, convertirse en el primer atleta en romper la barrera de los 30 minutos en los 10.000 metros, marcando un tiempo de 29,59 minutos. Se lo apodó "La Locomotora Humana" y en 1949 marcó un nuevo récord mundial en la misma disciplina (29,21 minutos).

- Mildred "Babe" Didrikson Zaharias fue elegida en 1950 la mayor atleta de la primera mitad del Siglo XX. Desde pequeña fue muy buena jugadora de Básquet, y cuando tenía 18 años comenzó a destacarse en distintas actividades atléticas, desde carreras de velocidad hasta lanzamiento de jabalina. Participó en innumerables competencias, de Pentatlón y Decatlón. En 1932 ganó las Medallas de Oro Olímpicas en lanzamiento de jabalina y carrera con vallas. En 1954 ganó su tercer torneo abierto de los E.E.U.U. después de haber sido operada de cáncer. La enfermedad la abatió a los 43 años.

- Nadia Comaneci nació en Rumania en 1961. A sus 14 años asombró al mundo y obtuvo una puntuación de 10 absoluto, nunca antes lograda, en los Juegos



Olímpicos en Montreal'76. Allí ganó tres Medallas de Oro, una de Plata y una de Bronce. En los Juegos Olímpicos de Moscú'1980 ganó tres Medallas de Oro

- Javier Sotomayor, nacido en Limonar (Cuba) en 1967, saltó más alto que nadie 2 metros 43 centímetros. Lamentablemente, por problemas políticos, este atleta no pudo participar en los Juegos Olímpicos de Los Ángeles (1984) ni de Seúl (1988), pero sí en las Olimpiadas de Barcelona (1992) donde obtuvo Medalla de Oro. A los 18 años tenía el Récord Mundial Juvenil con un salto de 2,36 metros.
- En los Juegos Olímpicos de Seul'88, el 27 de septiembre de 1988, Ben Johnson gana los 100 metros con récord mundial, y dos días después es descalificado por haber dado positivo el control antidóping.

MARCO TEORICO

- Carl Lewis en 1996 gana su 9ª Medalla de Oro. Se impone por cuarta vez en Salto en Largo en los Juegos Olímpicos de Atlanta. "El Hijo del Viento" es para muchos, el mejor atleta de la historia.

¿QUE DISCIPLINAS COMPONEN EL ATLETISMO?

El atletismo lo podemos clasificar en tres grupos:

1- Carreras y marcha:

- la marcha,
- carreras (tanto de velocidad, medio fondo y fondo),
- carreras de relevos,
- carrera de obstáculos
- vallas

2- Salto:

- los saltos de longitud
- salto de altura
- triple salto
- salto con pértiga o garrocha

3- Lanzamientos:

- los lanzamiento de peso,
- lanzamiento de disco,
- lanzamiento de jabalina y
- lanzamiento de martillo.

1^{er} grupo: Carrera y marcha

La marcha atlética

Como hemos dicho es una modalidad del atletismo, incluida en el programa olímpico desde el año 1908 en la categoría masculina (la categoría femenina tuvo que esperar hasta los XXV Juegos Olímpicos de Barcelona 1992), en la que se ejecutan una progresión de pasos de modo que el atleta se mantenga en contacto con el suelo, a fin de que no se produzca pérdida de contacto visible (a simple vista). La pierna que se avanza tiene que estar recta, (es decir, no doblada por la rodilla) desde el momento del primer contacto con el suelo hasta que se halle en posición vertical.

El reglamento establece que los Jueces de Marcha han de avisar a los atletas que por su

forma de marchar corren el riesgo de cometer falta, y para ello utilizan discos amarillos con el símbolo de la posible infracción. Cuando a juicio de un Juez de Marcha un atleta comete infracción se le muestra una Tarjeta Roja, mediante un signo visible en una pizarra. Cuando tres Jueces distintos han pasado sendas Tarjetas Rojas de un atleta, el Juez Jefe procede a descalificarle. Cuando un Juez observa a un Atleta marchar incorrectamente envía una Tarjeta Roja al Juez Jefe de la prueba. Esta Tarjeta Roja se anota en una pizarra indicadora, expresando el dorsal del Atleta y el símbolo de la infracción. Cuan

do un mismo Atleta acumula tres tarjetas rojas es descalificado. La descalificación le puede ser notificada por el Juez Jefe o un Adjunto mostrándole un disco rojo, y el Atleta deberá abandonar el circuito.

Si un Atleta deja el recorrido marcado, recorriendo con ello una distancia menor será



descalificado. Sólo en las pruebas de 20km o más pueden abandonar la pista o recorrido con permiso y supervisión de un Juez y sin disminuir la distancia a recorrer.

Los circuitos en carretera tendrán entre 2 y 2'5km, y cuando la salida y llegada sean en pista se procurará que el circuito esté tan cerca del

estadio como sea posible. Las pruebas de marcha son de 20km (fem.), 20km (masc.) y 50km (masc.), que se realizan normalmente en ruta, es una actividad muy exigente en que la resistencia, la coordinación el ritmo y la agilidad son fundamentales.

Carreras

Las carreras más cortas son las denominadas de velocidad. En pista cubierta se corren sobre distancias de 50 y 60 metros. Al aire libre, sobre 100, 200 y 400 metros. En este tipo de pruebas, el atleta se agacha en la línea de salida y, tras ser dado el pistoletazo de inicio por un juez de salida, se lanza a la pista y corre a la máxima velocidad posible hacia la línea de meta, siendo fundamental una salida rápida. Los corredores alcanzan la tracción inicial situando los pies contra unos bloques especiales de metal o plástico, llamados tacos de salida o estribos, diseñados especialmente para sujetar al corredor y que están colocados justo detrás de la línea de salida.

Las carreras de relevos

Son pruebas para equipos de cuatro componentes, en las que un corredor recorre una distancia determinada, luego pasa al siguiente corredor un tubo rígido llamado testigo, y así sucesivamente hast

a que se completa la distancia de la carrera. El pase del testigo se debe realizar dentro de una zona determinada de 18 m de largo. En las carreras de relevos de 400 m (cada uno de los cuatro atletas cubre 100 m, por lo que se denomina 4×100) y 800 m (4×200), el testigo pasa del corredor que lo recibe cuando este último ya ha corrido, continuando el receptor la carrera más largas, debido a la fatiga del corredor que recibe el testigo muchas veces mira hacia atrás para recogerlo. En condiciones ideales, tanto el corredor que entrega el testigo como el que lo recibe, deben ir a la máxima velocidad y separados unos 2 m al efectuar el relevo. En estas pruebas, los miembros de los equipos que intervienen corren por una zona de la pista; para completar cada relevo el corredor debe entrar en la zona llamada zona de traspaso, que permite al receptor del testigo iniciar su carrera.



lo entrega al receptor cuando este último ya ha comenzado a correr. En condiciones ideales, el receptor del testigo mira hacia atrás para recogerlo. En condiciones ideales, tanto el corredor que entrega el testigo como el que lo recibe, deben ir a la máxima velocidad y separados unos 2 m al efectuar el relevo. En estas pruebas, los miembros de los equipos que intervienen corren por una zona de la pista; para completar cada relevo el corredor debe entrar en la zona llamada zona de traspaso, que permite al receptor del

Las carreras de vallas

Son carreras de velocidad en la que los competidores deben superar una serie de barreras de madera y metal (o plástico y metal) llamadas vallas. Las carreras de vallas al aire libre son las más populares. Para la categoría masculina (rama varonil) existen los 110 metros con vallas, y para la femenina los 100 metros con vallas, las cuales se recorren con las denominadas vallas altas. También existen los 400 metros con vallas, con vallas más bajas. En pista cubierta se suelen correr los 60 metros con vallas, también con vallas altas. Habrá diez vallas en cada calle (en pista cubierta 5) y el borde de la traviesa más cercano a la línea de salida deberá coincidir con la marca en la pista. Esta traviesa deberá estar pintada con franjas blancas y negras o de colores que contrasten. Los atletas deberán permanecer en su calle durante toda la carrera y franquear¹ cada valla. Un atleta podrá ser descalificado si

- no franquea una valla

- pasa el pie o la pierna por debajo del plano horizontal superior de una valla, en cualquier momento del franqueo.

- franquea una valla que no esté en su calle

- derriba intencionadamente una valla, decidido por el Juez Árbitro

Por lo demás, derribar vallas no descalifica a un atleta ni impide que consiga un récord o marca válida.

Las vallas no deben pesar menos de 10 kg, y están dotadas de unos contrapesos, de forma que para derribarlas haya que aplicar una fuerza horizontal de entre 3.6 y 4 kg. Los contrapesos son móviles para ajustarlos a cada altura de valla, de manera que a la valla más alta corresponde el contrapeso más alejado de la base.

Las carreras con obstáculos

Son carreras del actual atletismo. Es también conocida por **steeplechase**, nombre que deriva de una competencia, del mismo nombre, en carreras de caballos.

Las distancias estándar serán 2000 y 3000 metros. Habrá 28 pasos de vallas y 7 saltos de fosa en la carrera de 3000 metros y 18 pasos de vallas y 5 saltos de fosa en la de 2000 metros. En las pruebas de carreras con obstáculos habrá 5 saltos por vuelta después del primer paso de la línea de llegada, siendo el franqueo de la fosa el cuarto de los mismos. Los obstáculos estarán distribuidos de forma regular, de modo que la distancia entre ellos será aproximadamente la quinta parte de la longitud normal de una vuelta. La altura de las vallas será de 0.914 m para hombres y 0.762 m para mujeres; la barra superior irá pintada con franjas en blanco y negro o colores que contrasten. La fosa debe estar llena de agua hasta el nivel de la pista.

En la categoría Juvenil se corre una distancia de 1500 metros, con una altura de 0.782 m, siendo el primer obstáculo a pasar el de la recta de meta.

El atleta puede pasar cada valla de cualquier forma. Cada atleta debe franquear cada valla y pasar por encima o a través del agua. Será descalificado todo atleta que:

- No franquee una valla
- Pase por uno u otro costado de la fosa.
- Pase el pie o la pierna por debajo del plano horizontal del borde superior de una valla en cualquier momento del franqueo.

El foso consiste en un obstáculo similar a los anteriores, seguido de una excavación de 3.66 metros de longitud y profundidad en declive, siendo la máxima de 700 mm. Este obstáculo especial da cierta ventaja a los competidores con habilidad es para correr carreras de velocidad con vallas, pues lo más recomendado a los competidores es librar a mayor distancia el foso.



Medidas usuales de los obstáculos y el método de franqueo

A diferencia de los obstáculos usados en las competencias de velocidad con vallas, los de esta competencia no caen si son golpeados; incluso algunos competidores se apoyan sobre el obstáculo para poder saltarlo.



2^{do} grupo: Salto

Salto de longitud

En el salto de longitud, el atleta corre por una pista y salta desde una línea marcada por plastilina intentando cubrir la máxima distancia posible. En pleno salto, el atleta lanza los pies por delante del cuerpo para intentar un mejor salto. Los competidores hacen tres saltos y los siete mejores pasan a la ronda final, que consta de otros tres saltos. Un salto se mide en línea recta desde la antedicha línea hasta la marca más cercana a ésta hecha por cualquier parte del cuerpo del atleta al contactar con la tierra en la que cae. Los atletas se clasifican según sus saltos más largos. El salto de longitud requiere piernas fuertes, buenos músculos abdominales, velocidad de carrera y, sobre todo, una gran potencia.

Salto de altura

El salto de altura es una prueba que tiene por objetivo sobrepasar una barra horizontal, denominada listón, colocada a una altura determinada entre dos soportes verticales separados unos 4 metros.

El saltador inicia su competición en la altura que estime oportuna y dispone de tres intentos para superarla. Una vez superada la altura, el listón se sitúa 5, 4 ó 3 cm más arriba, dependiendo de la normativa de la competición que se dispute y el atleta dispone de otros tres nuevos intentos para superarlo, pudiendo renunciar a esa altura y solicitar una superior, y así sucesivamente hasta que incurra en tres intentos fallidos de forma consecutiva, que implican su eliminación de la prueba.

Triple salto

En el triple salto el objetivo es cubrir la máxima distancia posible en una serie de tres saltos entrelazados. El saltador corre por la pista y salta desde una línea cayendo en tierra con un pie, vuelve a impulsarse hacia adelante y, cayendo con el pie opuesto, toma el definitivo impulso y cae, esta vez con ambos pies, en la superficie de tierra, de forma similar a como se efectúa en el salto de longitud.

Salto con pértiga o garrocha

El objetivo principal del atleta en el *salto con pértiga o salto con garrocha* es superar una barra transversal situada a gran altura con la ayuda de una pértiga flexible. Esta pértiga tiene normalmente de 4 a 5 metros de longitud y suele ser de fibra de vidrio y carbono.

Los atletas disponen de tres intentos para superar cada altura, que va aumentando según el reglamento específico de cada prueba, de la que quedan eliminados si realizan tres saltos nulos de manera consecutiva.

Motivos de intento nulo:

- ✓ El listón no se queda sobre los soportes por acción del atleta en el salto.
- ✓ El atleta o la pértiga tocan el suelo o la zona de caída más allá del plano vertical de la línea superior del tope del cajetín, sin franquear

el listón.

- ✓ Después del despegue coloca la mano inferior por encima de la superior o desplaza ésta hacia lo alto de la garrocha (acción de trepar por la pértiga).
- ✓ Sujeta, estabiliza o recoloca con la mano el listón durante el salto.
- ✓ Retraso en la ejecución del intento.

3^{er} grupo- Lanzamiento

Lanzamiento de peso: Bala

El objetivo en el lanzamiento de peso es propulsar una sólida bola de metal a través del aire a la máxima distancia posible. El peso de la bola en categoría masculina es de 7,26 kg y de 4 kg en femenina. La acción del lanzamiento está circunscrita a un círculo de 2,1 m de diámetro.

En la primera fase de la prueba, el atleta sujeta el peso con los dedos de la mano contra su hombro, poniendo la bola debajo de la barbilla. El competidor avanza semiagachado, para adquirir la fuerza y velocidad que transmitirá a su lanzamiento. Al alcanzar el lado opuesto del círculo, estira el brazo de lanzar repentinamente y empuja el peso hacia el aire en la dirección adecuada.

El empuje se hace desde el hombro con un solo brazo y no se puede llevar el peso



detrás del hombro. Cada competidor tiene derecho a tres lanzamientos y los siete mejores pasan a la siguiente ronda de otros tres lanzamientos por atleta. Las medidas se efectúan desde el borde interno de la circunferencia del área de lanzamiento hasta el primer punto de impacto. Los competidores se clasifican de acuerdo a su mejor lanzamiento. Si el lanzador se sale del círculo, el lanzamiento es nulo.

Lanzamiento de disco

El disco es un plato con el borde y el centro de metal que se lanza desde un círculo que tiene un diámetro de 2,5 metros. En la competición masculina, el disco mide entre 219 y 221 mm de diámetro, entre 44 y 46 mm de ancho y pesa 2 kg; en la femenina, mide entre 180 y 182 mm de diámetro, de 37 a 39 mm de ancho y pesa 1 kilogramo. El atleta sujeta el disco plano contra los dedos y el antebrazo del lado del lanzamiento, luego gira sobre sí mismo rápidamente y lanza el disco al aire tras realizar una adecuada extensión del brazo.

Lanzamiento de disco Los lanzadores proyectan el disco, de 1,8 kg. de peso, tras girar sobre sí mismos dentro de un pequeño círculo. El lanzamiento se mide desde el borde de éste hasta el lugar de impacto del disco en el suelo.

El círculo está marcado exteriormente por una tira metálica o pintura blanca. Dos líneas rectas se extienden exterior, desde el centro del círculo, formando un ángulo y para que los lanzamientos sean considerados válidos caer entre estas dos líneas. Una vez que los atletas en el círculo y comienzan el lanzamiento no pueden terreno de fuera del mismo hasta que el disco impacte en suelo.



hacia el de 90° deben entrar tocar el el

Lars Riedel Durante la década de 1990 el discóbolo alemán Lars Riedel logró una medalla de oro olímpica (1996) y se proclamó campeón del mundo al aire libre en cuatro ocasiones (1991, 1993, 1995 y 1997).

Los lanzamientos se miden desde el punto donde contactó el disco con el suelo hasta la circunferencia interna del círculo en línea recta. Cada competidor hace tres lanzamientos, después de los cuales, los siete mejores pasan a la siguiente ronda de

otros tres lanzamientos. Todos los lanzamientos cuentan y los atletas se clasifican con arreglo a sus mejores marcas.

Lanzamiento de martillo

Los lanzadores de martillo compiten lanzando una bola pesada adosada a un alambre metálico con un asidero en el extremo. La bola, el alambre y el asa, juntos, pesan 7,26 kg y forman una unidad de una longitud máxima de 1,2 metros. La acción tiene lugar en un círculo de 2,1 m de diámetro. Agarrand

o el asa con las dos manos y manteniendo quietos los pies, el atleta hace girar la bola en un círculo que pasa por encima y por debajo de su cabeza, hasta la altura de las rodillas. Cuando el martillo alcanza velocidad, el lanzador gira sobre sí mismo dos o tres veces para acelerar aún más la bola del martillo y luego la suelta hacia arriba y hacia delante en un ángulo de 45°. Si el martillo no cae en el terreno de un arco de 90°, el lanzamiento no es válido. Cada lanzador realiza tres intentos, pasando los siete mejores a la siguiente tanda y otros tres lanzamientos. Se comete una falta o violación de las reglas cuando cualquier parte del lanzador o del martillo toca fuera del círculo antes de que se haya completado el lanzamiento, es decir, que el martillo se haya parado en el suelo después de caer en el mismo. Los lanzadores de martillo suelen ser altos y musculosos, pero el éxito en los lanzamientos requiere también habilidad y coordinación. En las competiciones en pista cubierta se usa un martillo de 15,9 kg de peso.



de
el
de
de
Los

Lanzamiento de jabalina

Lanzamiento de jabalina En las pruebas de jabalina, cada participante dispone de seis lanzamientos, de los cuales le puntuará el mejor. La jabalina debe sujetarse por su parte central y soltarse antes de sobrepasar la marca de final de calle. El ángulo de salida es muy importante para el alcance del lanzamiento. En la foto, el campeón británico Steve Backley lanza durante los Campeonatos del Mundo de Tokyo de atletismo celebrados en 1991.

La jabalina es un venablo alargado con la punta metálica que tiene una longitud mínima de 260 cm para los hombres y 220 cm para las mujeres, y un peso mínimo de 800 g para los hombres y 600 g para las mujeres. Tiene un asidero, fabricado con cordel, de unos 15 cm de largo que se encuentra aproximadamente en el centro de gravedad de la jabalina.

Dos líneas paralelas separadas 4 m entre sí marcan la pista de lanzamiento de jabalina. La línea de lanzamiento tiene 7 cm de anchura y se encuentra alojada en el suelo tocando los extremos frontales de las líneas de marca de la pista. El centro de este pasillo está equidistante entre las líneas de marca de pista. Desde este punto central se extienden dos líneas más allá de la línea de lanzamiento hasta una distancia de 90 metros. Todos los lanzamientos deben caer entre estas dos líneas.

Los lanzamientos se miden desde el punto de impacto hasta el punto central, pero sólo la distancia desde el lado interno del arco es válida. Los lanzadores deben permanecer en la pista y no tocar o pasar la línea de lanzamiento. Los participantes hacen tres lanzamientos y los siete mejores pasan a la siguiente tanda de otros tres lanzamientos. Las clasificaciones se basan en el mejor lanzamiento realizado por cada competidor.

En el inicio de la acción, los competidores agarran la jabalina cerca de su centro de

gravedad y corren de forma veloz hacia una línea de marca; al llegar a ella, se giran hacia un lado de su cuerpo, echan hacia atrás la jabalina y preparan el lanzamiento. Entre tanto, para mantener la velocidad durante la carrera mientras se echan hacia atrás para lanzar, dan un paso lateral rápido. Al llegar a la línea de marca, pivotan hacia adelante abruptamente y lanzan la jabalina al aire. El lanzamiento se invalida si cruzan la línea de lanzamiento o la jabalina no cae primero con la punta.

Matemática y atletismo

Carrera

Mecánica de la carrera

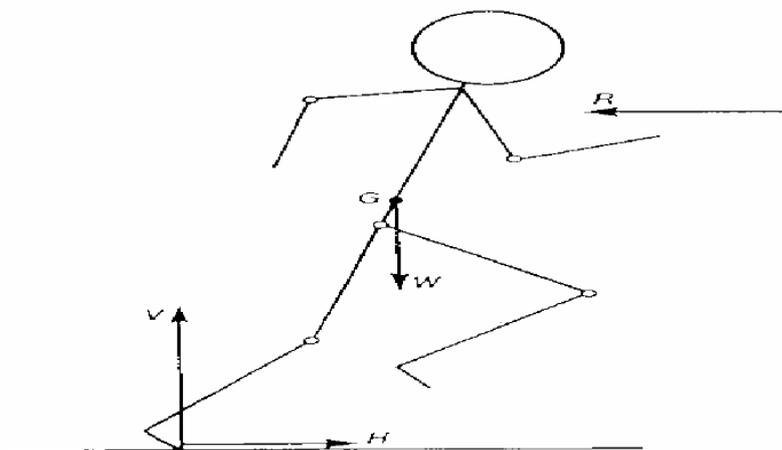
Como sabemos todos, el objetivo en una carrera es recorrer un determinado espacio en el mínimo de tiempo posible. Pero también sabemos cuales son los factores que influyen en la velocidad del atleta; que es la longitud y la frecuencia de la zancada.

Algunas consideraciones a tener en cuenta:

- Se ha comprobado estadísticamente que existe una proporción entre la altura del atleta y la longitud de su zancada
- Los corredores de pruebas de velocidad (100m,200m,400m) procuran colocarse lo antes posible en la posición de máxima velocidad y para ello obtienen de los tacos una inmejorable ayuda. La distancia usual entre los tacos suele ser corta (0.3m), media (0.4 a 0.5 m) o larga (0.6 a 0.7 m). quien use la corta saldrá con más fuerza debido al impulso inicial de las dos piernas, pero necesitará más tiempo para adoptar una posición de carrera adecuada, mientras que, con una distancia media entre los tacos, el tiempo necesario para tomar esta posición será menor. Aunque para cada corredor la distancia óptima entre tacos puede variar ligeramente, la más eficaz será a la que hemos denominado “medio”.

- En las carreras de 200 y 400m, también debemos tomar en cuenta la influencia de las curvas. El cuerpo, al entrar en una curva, induce una velocidad angular y junto a ella una fuerza centrífuga. Para compensar esta fuerza, el suelo reacciona con una fuerza centrípeta, y es necesaria la instalación de peraltes para evitar resbalones, debido a la mayor inclinación que adoptan los atletas para contrarrestar la fuerza centrífuga.

En la salida de tacos, el cuerpo del corredor se encuentra horizontal y hasta adoptar la posición vertical la aceleración tiene componente horizontal y vertical, después tan sólo conserva su componente horizontal. Aún así, el cuerpo nunca viaja totalmente erguido, sino que se inclina ligeramente hacia adelante para compensar la fuerza de rozamiento del viento. El cuerpo, cuando viaja casi vertical, simula el movimiento de un péndulo.



Fases de la carrera

- La carrera, al igual que la marcha, es una forma básica y natural de desplazamiento. Ambas consisten en formas de translación cíclica. En la carrera podemos ver dos fases bien definidas,

1- Fase de apoyo

2- Fase de vuelo

Tanto la carrera como la marcha se desarrollan a través de la continua y cíclica translación de la masa corporal. A simple vista estas acciones parecen simples y sencillas, pero que indudablemente están regidas por importantes leyes. Un ejemplo muy claro es en caso de la carrera, existen fuerzas que se pueden reunir en dos grandes grupos:

1- Fuerzas que favorecen el desplazamiento.

2- Fuerzas que actúan en desmedro de la carrera.

Las fuerzas que favorecen el desplazamiento son el rechazo de la pierna de apoyo y las diferentes acciones de los segmentos libres. Por otro lado tenemos a las fuerzas internas y externas que actúan en desmedro de la carrera. Los distintos rozamientos o fricciones que se desarrollan entre los variados grupos musculares y articulares. Mas la acción frenadora de los músculos antagónicos, configuran las llamadas fuerzas internas. Entre las fuerzas externas tenemos a la gravedad, el roce con el aire y el piso.

Debido a la acción armónica y el equilibrio que existe entre las distintas fuerzas, es posible imprimir a la masa corporal una velocidad determinada, específica. Durante el desplazamiento las fuerzas actuantes se complementan de manera equilibrada y aseguran la translación corporal.

La acción efectiva para la traslación de la masa corporal se realiza durante la fase de apoyo.

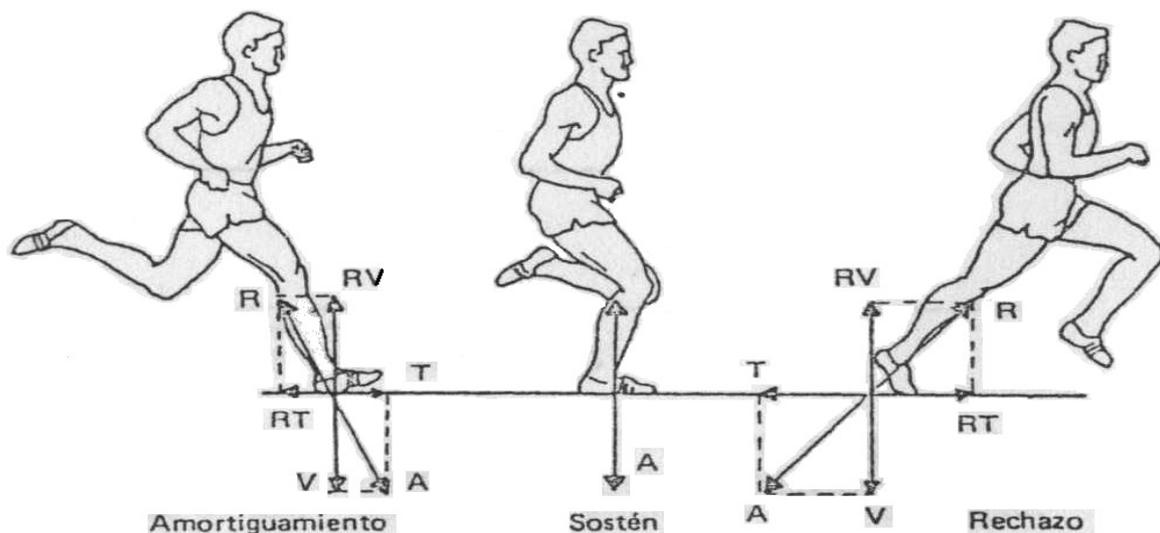
En este momento entran en acción efectiva los distintos grupos musculares que favorecen el desplazamiento. La fase de apoyo es esencial para la traslación. La misma está dividida en tres componentes estrechamente unidos entre si: las etapas de recepción (amortiguación), de sostén y de rechazo.

Etapa de recepción y amortiguación

La acción que desarrolla la masa corporal en este momento es de dirección y sentido oblicuo en relación al piso. Analizando la amortiguación determinamos una presión perpendicular (V), a la cual se le opone una contraria e igual (RV) que es superior al peso corporal. También encontramos en este caso una presión tangencial (T), dirigida hacia el frente, a la que se opone otra contraria (RT) y de la misma magnitud. Esta componente es frenadora del desplazamiento. Cuando más oblicua es la ubicación de las piernas de apoyo, hacia el frente, mayor será la acción de freno contra la masa corporal.

Etapa de sostén

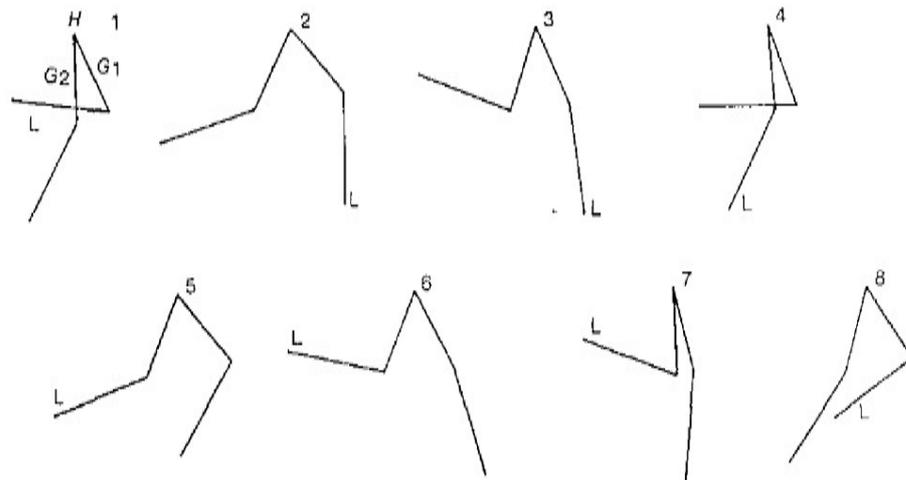
Cuando el centro de gravedad total del cuerpo pasa por encima del apoyo, la presión es perpendicular al piso. En este caso la presión es perpendicular al piso. En este caso la presión tangencial (T) desaparece. La reacción que se genera es de abajo hacia arriba y de intensidad algo mayor que el peso corporal.



Etapa de rechazo

Al igual que la amortiguación, el rechazo se ejerce de manera oblicua. Esta fuerza se descompone también en una presión vertical (V), la cual genera otra y de sentido contrario (RV) que es superior al peso corporal. También se genera una fuerza tangencial (T) dirigida hacia atrás y que y que reaccionara otra (RT) en sentido contrario. Esta última fuerza es la que precisamente actuará haciendo desplazar la masa corporal de la persona hacia el frente. La traslación horizontal es tanto mas grande cuando más oblicua es la aplicación de la fuerza contra el piso. Incluso ésta es la causa por la cual los belicistas parten con la salida baja. En dicho caso la velocidad horizontal resultante será la de mayor magnitud.

- Es importante ver que, cuando una pierna gira, ejerce momento angular sobre la cadera y es necesario que la otra pierna se mueva antisimétricamente para compensar sus efectos, mientras los brazos también se mueven para mantener el equilibrio. Tampoco es un capricho que cuando la pierna viaja, ésta va encogida y no se estira hasta el momento de tocar suelo, porque, cuando menos es el radio, menos es el momento angular inducido y la energía necesaria para realizar el movimiento



Modelo matemático de la carrera

Distancia = $\int_0^t v(t) dt$, donde $v(t)$ es la velocidad

La fuerza de rozamiento del aire es proporcional a la velocidad $R = k \cdot v(t)$.

La ecuación de la dinámica del corredor es la siguiente:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot a = m \cdot F(t) - m \cdot R \Rightarrow \frac{dv}{dt} = F(t) - K v(t) \quad \text{con } v(0) = 0$$

y se convierte en una ecuación diferencial para $v(t)$

Durante el movimiento, la fuerza máxima desarrollada por el corredor es F' , y depende de su capacidad física, por lo tanto, $F(t) \leq F'$.

El oxígeno que envía la sangre a los músculos es $E(t) \leq 0$ y se cumple $\frac{dE}{dt} = S - F \cdot v$, siendo S la cantidad de oxígeno sobrante en situación de reposo.

Para ganar la carrera, se debe minimizar T teniendo en cuenta las consideraciones anteriores.

Para carreras cortas, el consumo de oxígeno es bajo y no es necesario incluirlo en el modelo. Además, se puede considerar que el atleta se emplea al máximo durante todo el esfuerzo y $F(t) = F'$. Basta resolver la ecuación diferencial para $v(t)$ e integrarlo en el tiempo:

$$D = \frac{f'}{k} \int_0^t (1 - e^{-kt}) dt \Rightarrow D = \frac{F'}{K} \left(T - \frac{1}{K} (1 - e^{-kT}) \right)$$

Sin embargo, en carreras largas, el consumo de oxígeno es determinante y el modelo (teniendo en cuenta que lo ideal es acabar la carrera vacío de oxígeno, $E(T)=0$) será el siguiente (suponiendo la velocidad constante $v(t) = v = F(t)/k$ para simplificar el sistema):

$$\int_{E(0)}^0 dE = \int_0^t (S - Fv) dt \Rightarrow 0 - E(0) = \int_0^T (S - K v^2) dt = (S - K v^2) T$$
$$v^2 = \frac{1}{K} \left(S + \frac{E(0)}{T} \right) \Rightarrow D = \int_0^T \sqrt{\frac{1}{K} \left(S + \frac{E(0)}{T} \right)} dt \Rightarrow D = \sqrt{T^2 \cdot \frac{S}{K} + T \cdot \frac{E(0)}{K}}$$

Mediante pruebas de esfuerzo, con análisis de consumo de ácido láctico y oxígeno y medición experimental del efecto de rozamiento del viento sobre el cuerpo del atleta, se puede

determinar las constantes $\frac{S}{K}$ y $\frac{E(0)}{K}$ para resolver numéricamente esta ecuación y determinar las aptitudes del atleta en carreras de velocidad o de fondo.

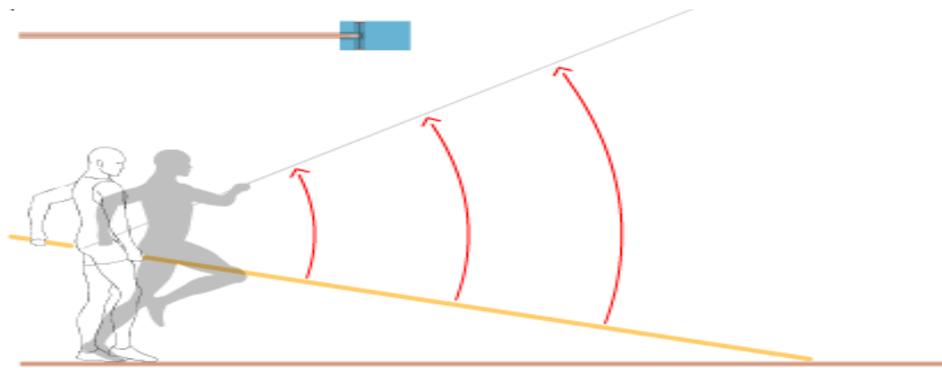
Salto

Técnica de salto con garrocha

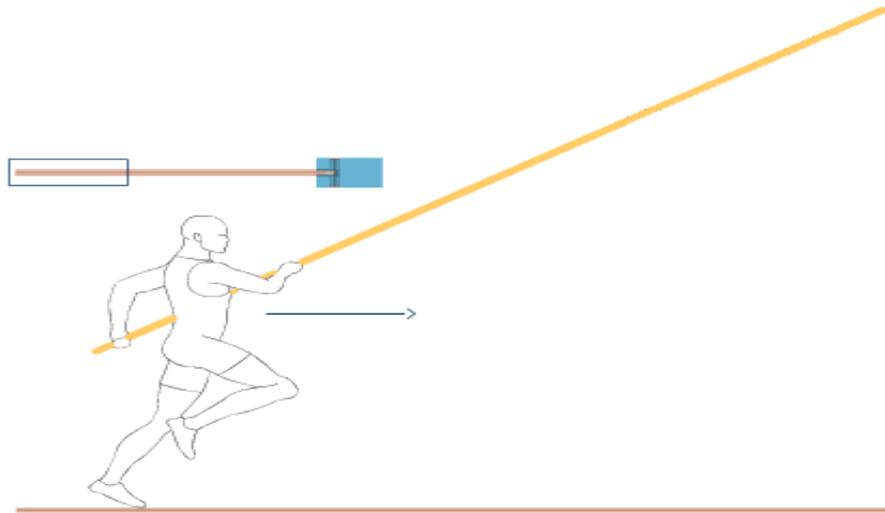
La garrocha o pértiga es una barra flexible que mide entre 4 y 5 metros de longitud, fabricadas en fibra de vidrio y carbono.

Para la realización del salto, el atleta realiza una larga carrera de impulso en línea recta para adquirir la máxima velocidad y, con esta, una mayor fuerza de ascenso. A continuación clava la garrocha (o pértiga) en un cajón de arena y la encorva para que actúe como resorte, lo que favorece una elevación aún mayor.

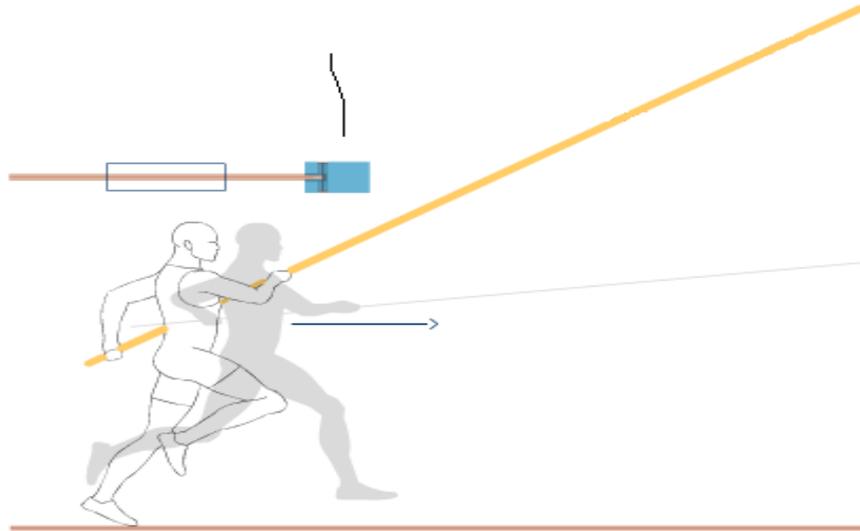
Salida: el saltador toma la garrocha por un extremo a una distancia entre 4,9 y 5,1 mt. de la punta, la eleva y comienza la carrera



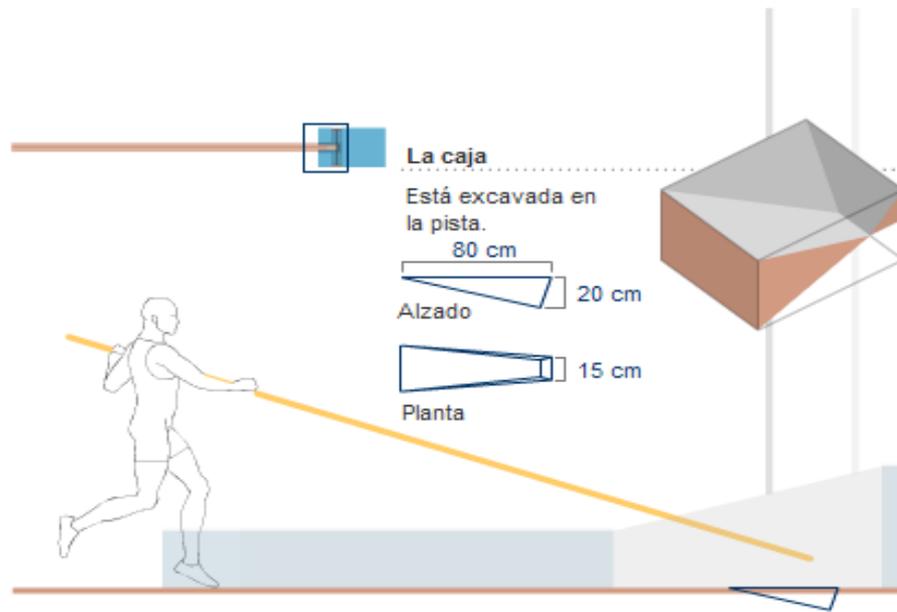
Aceleración: luego aceleran, aumentando el número y la longitud de la zancada, hasta lograr una velocidad de 32-34Km/h

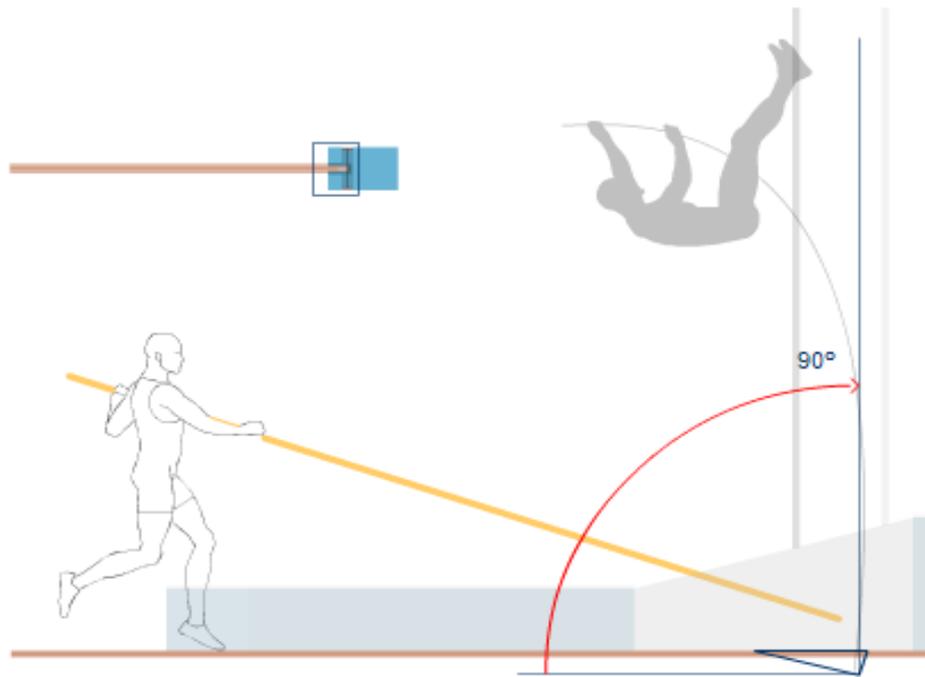


Impulso: gradualmente, se baja la garrocha preparando su apoyo en la caja. Cuando esta alcanza su posición horizontal, produce una inclinación a anterior de los saltadores, lo que reduce la velocidad hasta 28km/h.

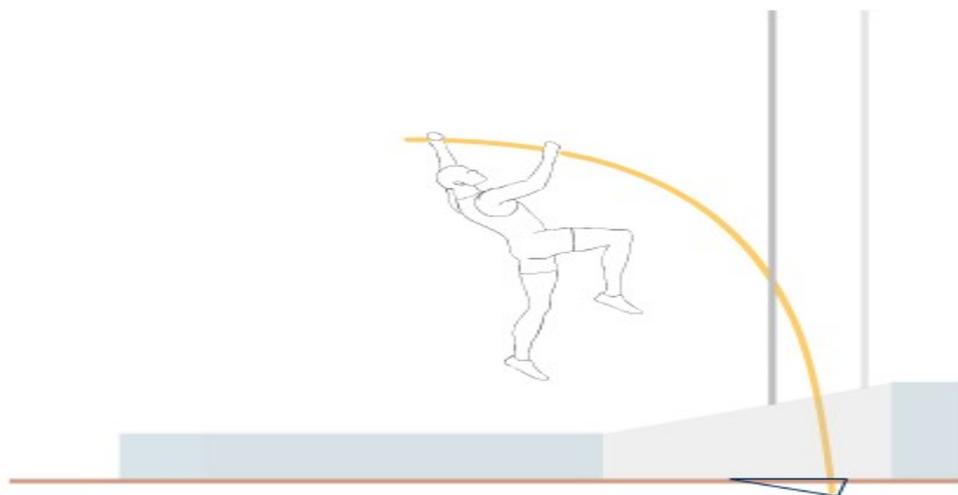


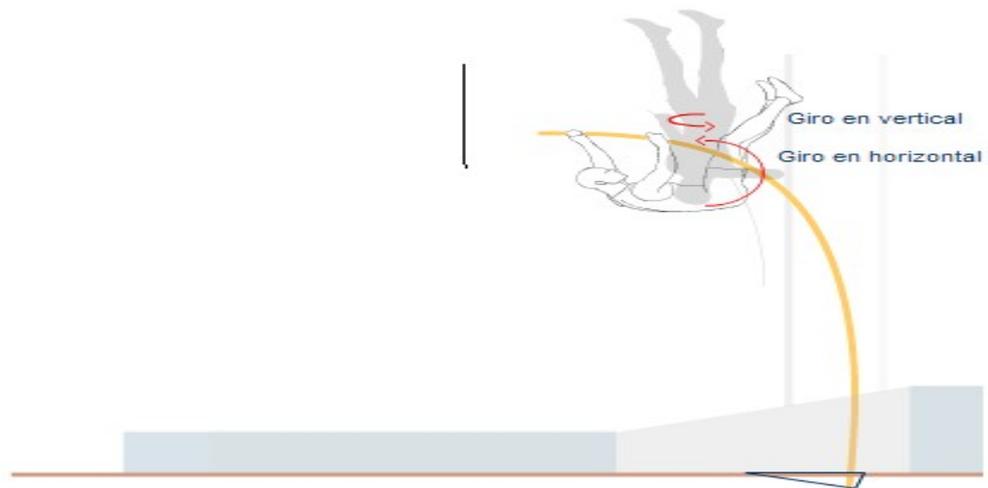
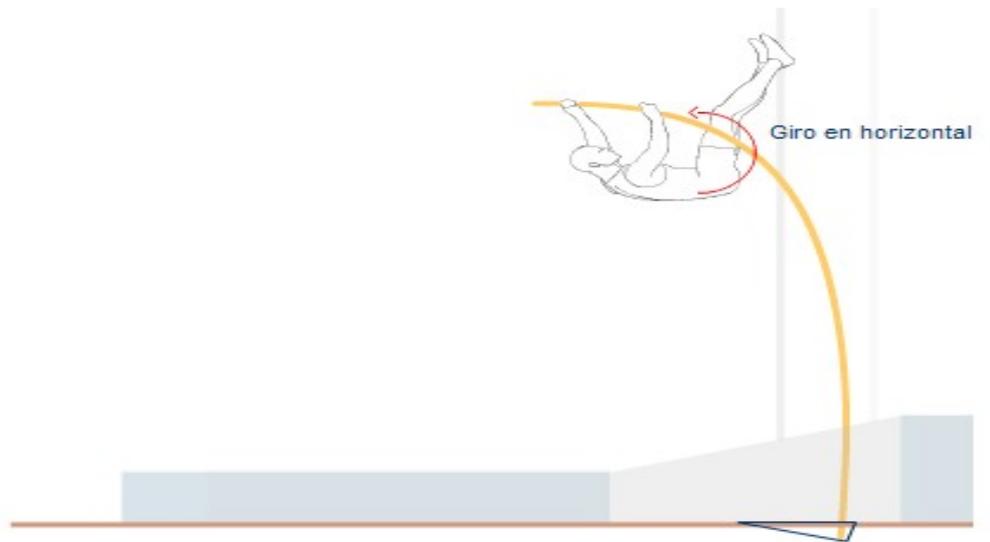
Despegue: la garrocha acompaña al salto, levantándose hasta formar 90° con el suelo, el peso de los saltadores la va torciendo.



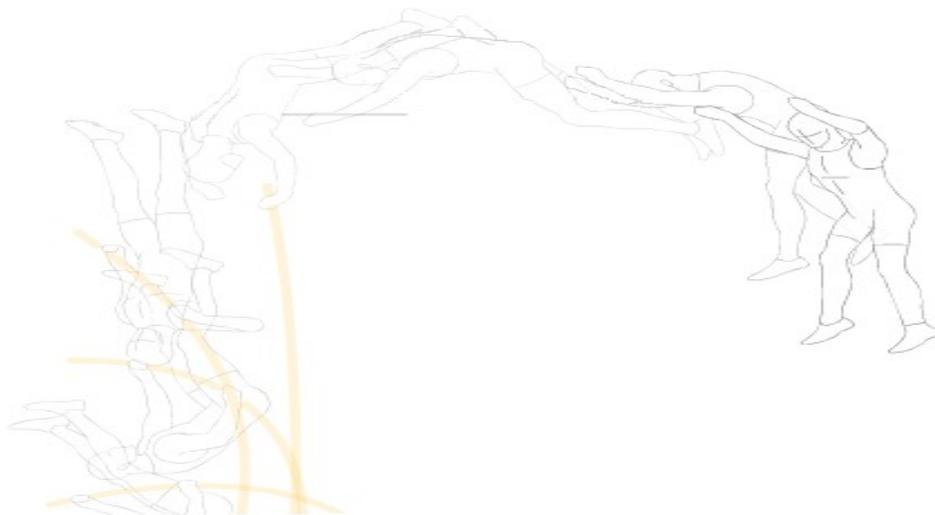


Vuelo: el impulso que da la carrera y la flexibilidad de la garrocha permite que el saltador se coloque en la vertical, boca abajo, con el tronco y extremidades extendidas sobre la puela. También comienzan a pivotar sobre sí.





Superar la barra: el saltador termina dándose un impulso, empujando con los brazos sobre el extremo de la garrocha para superar la barra boca abajo.



¿Que relación existe entre la física y el salto con garrocha o pértiga?

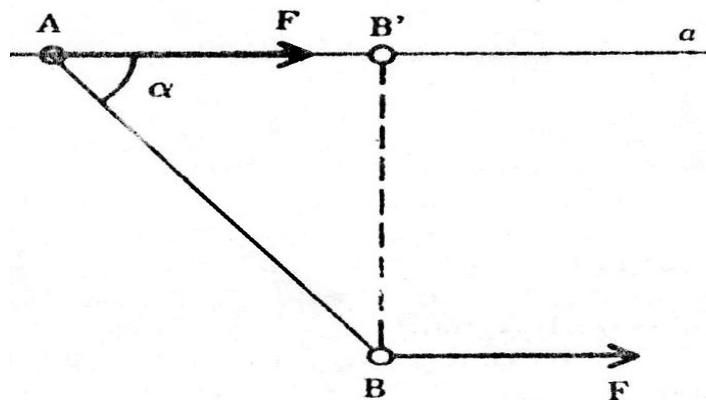
Este deporte es un ejemplo de uno de los principios fundamentales de la Física:
La Conservación de la Energía.

Para entender correctamente este principio hay que introducir algunos
conceptos:

Cuando se desplaza el punto de aplicación de una fuerza se dice que esa fuerza
realiza trabajo, que definimos así:

Trabajo es el producto de la intensidad de la fuerza, por el desplazamiento de su
punto de aplicación, por el coseno del ángulo que ese desplazamiento forma con la
dirección de la fuerza.

Símbolo W^2



Si el punto de aplicación de la fuerza constante F se desplaza de A a B, el
trabajo realizado por la fuerza es

$$W = F \cdot \overline{AB} \cdot \cos \alpha$$

Observando la figura, es

$$\overline{AB} \cdot \cos \alpha = \overline{AB'}$$

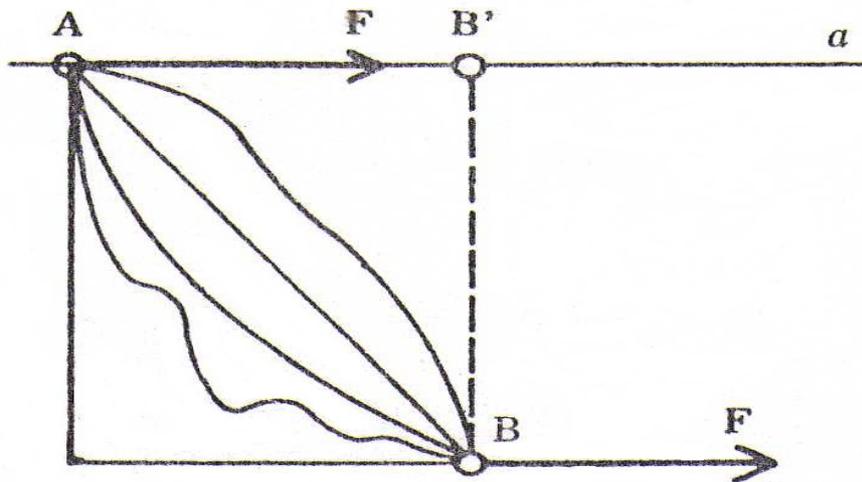
La proyección de \overline{AB} sobre la recta de acción a de la fuerza, por lo que

$$W = F \cdot \overline{AB'}$$

Pudimos entonces, haber definido así:

Trabajo es el producto de la intensidad de la fuerza por la proyección del desplazamiento de su punto de aplicación sobre la dirección de la fuerza.

Cuando el punto de aplicación de la fuerza pasa de A a B, cualquiera sea el camino seguido entre A y B, la proyección sobre la recta de acción a de la fuerza es $\overline{AB'}$, como se ve en la figura, de lo que se deduce que



El trabajo realizado por la fuerza es independiente del camino; depende de la posición inicial y de la posición final.

Energía:

Un cuerpo posee energía cuando es capaz de realizar trabajo, por lo que la energía se mide por ese trabajo que es capaz de realizar el cuerpo. Como consecuencia se expresa en unidades de trabajo.

La energía como el trabajo, son magnitudes escalares.

El cuerpo almacena energía y al efectuar trabajo cede parte o toda la energía almacenada. Un cuerpo puede ceder su energía a otro cuerpo, es decir, la energía puede pasar de un cuerpo a otro, con lo que el segundo cuerpo aumenta su energía con la recibida del

primero.

Clasificación de Energía:

Veamos en que forma se presenta la energía.

Si elevamos un cuerpo, le hemos entregado energía, que el cuerpo libera si lo dejamos caer.

Lo mismo ocurre con un resorte: entregamos energía para comprimirlo, que devuelve al soltarlo y expandirse.

Esta energía que depende de la posición del cuerpo (altura) o de su forma (resorte), se llama *potencial*.

Un cuerpo puede poseer energía debido a su estado de movimiento. Esa energía se llama *cinética*.

Si el cuerpo posee energía debido a su movimiento (energía cinética) y realiza trabajo, este trabajo es realizado a costa de la energía cinética del cuerpo. Por lo tanto, la energía disminuye y consecuentemente disminuye su velocidad.

Definiremos como energía mecánica a la suma de la energía cinética y energía potencial.

Hemos considerado solamente energía potencial y energía cinética, es decir energía mecánica. Pero la energía se presenta también en otras formas: térmica, eléctrica, magnética, sonora, luminosa, atómica, etc.

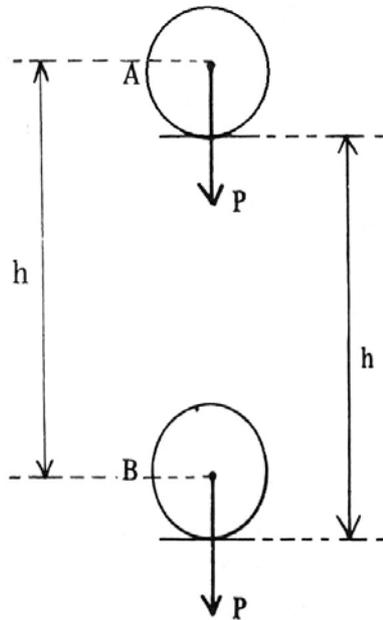
La energía no pierde ni se crea, se transforma³ de una forma a otra, así si un motor (energía mecánica) acciona una dinamo que produce electricidad (energía eléctrica), esa electricidad puede emplearse en encender una lámpara que produce luz (energía luminosa) y calor (energía térmica) y un radioreceptor transforma la energía eléctrica en sonido.

Energía potencial

Un cuerpo posee energía debido a su posición. Así un cuerpo de peso P que se encuentra a una altura h del piso en la posición A, su peso realiza un trabajo

$$W = P \cdot h$$

Que mide la energía que el cuerpo posee en la posición A.



cálculo de la energía potencial en A

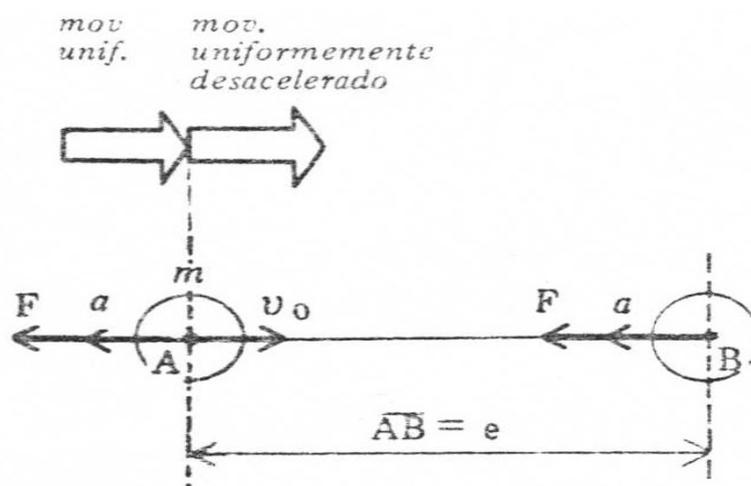
Esta energía de posición se llama energía potencial (E_p). Por tanto, la energía potencial en A del cuerpo considerado es:

$$E_p = p.h = m.g.h$$

Energía cinética

Como hemos dicho la energía cinética de un cuerpo depende de su velocidad y si el cuerpo se detiene entrega su energía realizando trabajo, por lo que podemos determinar la energía cinética que posee un cuerpo por el trabajo que es capaz de realizar hasta detenerse.

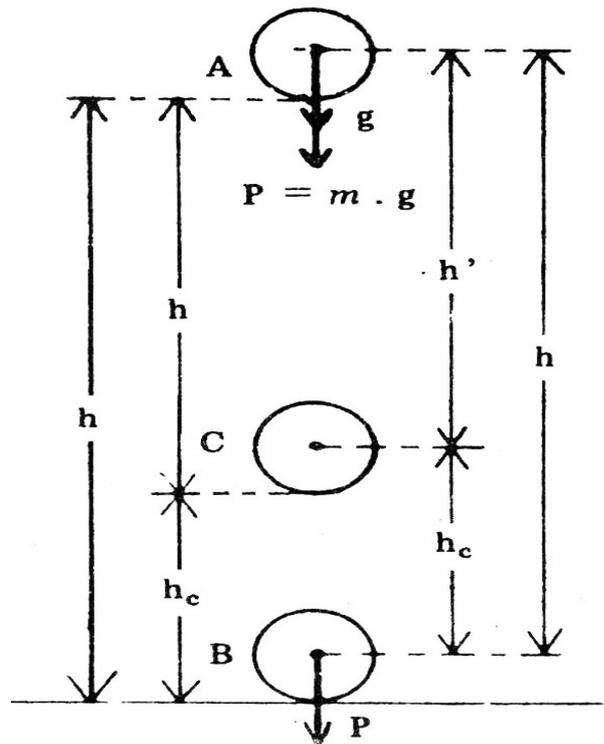
Sea un cuerpo de masa m animado de movimiento rectilíneo uniforme de velocidad v_0 .



Cuando el cuerpo se encuentra en A aplicamos una fuerza F de sentido contrario al movimiento. De acuerdo al principio de masa esa fuerza imprime al cuerpo una aceleración de sentido contrario a \vec{v}_0 y tarda un tiempo t en detener al cuerpo, que recorre un camino e .

El trabajo realizado por F es

$$W = F \cdot e \quad (1)$$



¿Qué tiene que ver todo esto con el Salto con Garrocha?

En el salto con garrocha lo que se busca es transformar la energía cinética del atleta, en la energía potencial necesaria para elevarse a determinada altura; en este sentido, la capacidad para generar dicha energía, junto con la capacidad de aprovecharla como energía potencial para el salto, determinan la altura máxima alcanzada.

En forma por demás simplificada podemos analizar esto de la siguiente manera:

De acuerdo a la física elemental, la energía cinética de un cuerpo en movimiento viene dada por la siguiente fórmula: $E = \frac{1}{2} m (v^2)$ en donde m es la masa del cuerpo expresada en kilogramos, y v^2 es la velocidad del cuerpo expresada en metros por segundo elevada al cuadrado. Esta fórmula nos arroja una medida para la energía expresada en Joules (un Joule es el trabajo efectuado por una fuerza de un Newton al mover un objeto un metro). De esta manera, si suponemos el caso de un atleta de 75Kg que alcance una velocidad de 9.92 m/s (La velocidad promedio de Sergei Bubka, poseedor del récord mundial), la energía cinética disponible para efectuar el salto sería de $\frac{1}{2} (75)(9.92^2) = 3,690$ Joules.

¿Cómo utilizamos esta cifra para calcular la altura del salto?

Aplicamos el principio de conservación de la energía y asumimos que el 100% de la energía se transforma en la energía potencial del salto (de hecho parte de la energía se transforma en otros tipos de energía). Aceptado este supuesto, y debido a que la energía se utiliza para "vencer" a la fuerza de gravedad, debemos expresar nuestra cifra en términos de la energía potencial gravitatoria cuya fórmula viene dada por $E=m.g.h$, donde m representa otra vez la masa, g^5 es la aceleración debida a la fuerza de gravedad y h es la altura máxima alcanzable por un cuerpo con dicha energía potencial expresada en metros.

Por lo tanto, tendríamos lo siguiente: $mgh=3,690$ Joules (El 100% de la energía se utiliza para el salto), de donde, después de despejar h , obtenemos una altura de aproximadamente 5 metros, es decir, $3,690/(75*9.8)= 5.02$ metros. Observe como la altura depende de g (a menor g mayor altura alcanzada), de hecho, en la luna donde $g= 1.67$ metros por segundo por segundo, se podría alcanzar una altura de ¡ 29 metros!, asumiendo que pueda alcanzarse y aprovecharse la misma cantidad de energía.



Pero el récord mundial es de 6.14 metros, ¿la fórmula no funciona?

Ya dijimos que nuestro análisis se ha simplificado, por lo que solo hemos obtenido una primera aproximación. Para obtener un resultado más exacto debemos de hacer mediciones más precisas, así como considerar otro tipo de energía que se involucra en el salto.

Una pequeña parte de la diferencia se explica porque hemos utilizado la velocidad promedio del atleta, siendo que su velocidad en el momento del impulso puede ser un poco mayor, tampoco hemos considerado el efecto que la altura misma del atleta tiene en el salto. Otra parte de la explicación viene al considerar la fuerza que éste ejerce sobre la garrocha: todo aquel que ha visto la técnica de salto de garrocha se ha probablemente percatado de cómo se dobla ésta en el momento del salto para después recuperar su forma original.

En este sentido, el atleta aprovecha su fuerza muscular para hacer trabajo contra la garrocha, deformándola y haciéndola acumular energía, misma que le regresa la garrocha al recuperar su forma (es un poco como cuando apachurramos un resorte y luego lo soltamos). De hecho, los principales avances tecnológicos aplicados a este deporte han sido enfocados a encontrar materiales con mayor resistencia al rompimiento al ser sujetos a tensiones.

Con la introducción de la fibra de vidrio en la construcción de la garrocha, remplazando al bambú, se logro un importante avance en las marcas establecidas, superándose la barrera de los 4.5 metros en la que hacia los años 60's se habían estancado los saltos.

Lanzamiento

FACTORES DE RENDIMIENTO

Los factores de rendimiento se pueden resumir en tres:

1. EJECUCIÓN TÉCNICA

La ejecución técnica tiene mucho que ver con el rendimiento del tiro. Un lanzamiento bien hecho técnicamente supera a otro lanzamiento solo al diferenciarse en su gesto técnico.

De todos los movimientos del lanzamiento el más importante para el rendimiento, es la correcta coordinación temporal de toda la parte superior del cuerpo.

2. COMPORTAMIENTO DE LA JABALINA EN EL VUELO

Los factores más importantes que pueden influir son:

➤ CARACTERÍSTICAS DE LA JABALINA

La Federación Internacional de Atletismo tiene predeterminadas unas características que son las de las jabalinas que se utilizan en los Juegos Olímpicos. Éstas pueden influir directamente y de forma muy valorada en los lanzamientos.

➤ ÁNGULO DE ATAQUE

Según el ángulo con que se lance la jabalina puede dar lugar a la marca mundial o a un simple tiro de un principiante.

El ángulo por el que suele rondar para el lanzamiento de jabalina es de 36° respecto a la horizontal. Este ángulo lo modifican los atletas según la velocidad del viento y las circunstancias en el momento del lanzamiento.

VELOCIDAD DE LANZAMIENTO: Para algunos investigadores este factor es el más importante pero solo es uno más entre muchos.

Los factores que reflejan una buena velocidad de lanzamiento son:

- La buena posición de la cadena cinética al comenzar la fase de lanzamiento.
- La secuencia del paso de energía durante la fase de lanzamiento.

3. ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS RELACIONADOS CON LOS FACTORES

- Un buen lanzamiento se suele definir como un lanzamiento con elevada velocidad, un lejano apoyo del pie de frenado, el mínimo grado de flexión de la rodilla de la pierna adelantada en la fase final, etc. Generalizando un buen lanzamiento es el que consta de elevada velocidad y una ejecución técnica considerable.
- El ángulo más óptimo es con el que el lanzador es capaz de lanzar la jabalina a la mayor distancia posible.
- Disminuyendo el ángulo con el que se lanza la jabalina se ayuda al atleta a aumentar la velocidad de la misma, hasta un cierto punto.

- Según el tipo de Jabalina se deberá de lanzar de una forma u otra.

MODELO TÉCNICO DEL LANZAMIENTO

El modelo de lanzamiento de jabalina ha ido evolucionando según pasa los años. Las fases de que consta son las siguientes:

- FASE DE CARRERA

- Fase cíclica: La constituye la carrera del impulso inicial
- Fase acíclica: Parte de la carrera en la que se coloca la jabalina en la posición de lanzamiento. Esta fase se termina cuando el pié derecho toca el suelo.

- FASE DE LANZAMIENTO

Va desde el momento anterior hasta que la jabalina abandona la mano del lanzador en la acción final del lanzamiento. Esta fase se divide en dos tiempos:

- Preparatoria: Hasta el momento del doble apoyo
- Final: Desde la preparatoria al momento del abandono de la jabalina.

FASE CÍCLICA

El objetivo más importante de esta parte es conseguir la aceleración inicial del lanzador que suele realizarse a lo largo de 8 a 12 pasos, dependiendo del nivel físico-técnico del atleta. Cada atleta debe conseguir una velocidad de carrera acorde a sus posibilidades físico-técnicas, de forma que sea capaz de mantener el control de sus movimientos a lo largo del lanzamiento y de la fase final.

El lanzador a lo largo de la carrera de impulso debe mantener la jabalina horizontal al suelo, situando la mano por encima de la cabeza, la palma dirigida hacia el interior y el codo del brazo portador separada del tronco. La mirada al frente y la actitud general de una carrera en progresión.

FASE ACÍCLICA

El paso de la fase cíclica a la acíclica se realiza a partir de una referencia de carrera en la que el atleta comienza las actividades técnicas propias.

La fase acíclica es la fase final del lanzamiento. No se producen incrementos de velocidad horizontal del lanzador y el ritmo con el que se realizan los apoyos y los impulsos ayudan a la consecución de una posición de lanzamiento final más favorable.

COLOCACIÓN DE LA JABALINA

- La mano del lanzador debe situarse a la altura superior a la del hombro correspondiente con la palma de la mano hacia arriba.
- La jabalina se sitúa de forma que la punta de esta quede a la altura de la cara del atleta.
- Los hombros en dirección de la línea de lanzamiento.
- Las líneas de hombros y caderas se deben mantener paralelas.
- Las piernas realizan unos impulsos de cruce para favorecer la posición de las caderas.

Para poder entender mejor esta disciplina atlética y darle una aplicación matemática es necesario introducir algunos conceptos físicos.

Movimiento parabólico

Tiro oblicuo y horizontal en el vacío

Si un movimiento es el resultado de dos componentes, uno rectilíneo y uniforme y otro normal al primero pero rectilíneo uniformemente variado, la trayectoria resultante, que describirá el móvil será una parábola, el movimiento se denomina parabólico.

“Ecuación de la trayectoria”

Se trata de una ecuación que permite estudiar la posición instantánea del proyectil, relacionando las coordenadas x e y . aplicando el principio de superposición, se puede considerar el movimiento formado por dos componentes.

Una de las componentes es horizontal, con movimiento rectilíneo uniforme igual la componente horizontal de la velocidad con que fue lanzado el proyectil, ya que al no considerar la resistencia del aire y no haber otras acciones en esa dirección, esta componente no sufre variantes.

$$\left\{ \begin{array}{l} x = v_{0x} \cdot t \\ y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{array} \right.$$

La otra componente tiene las características de un tiro vertical, en la que V_{0y} será la componente vertical de la velocidad inicial del lanzamiento, y el signo de “g” dependerá del sistema de referencia.

La siguiente figura muestra la trayectoria de este movimiento, cuya ecuación se deduce partiendo de las ecuaciones paramétricas u horarias de la posición, correspondientes a las características citadas.

Estas ecuaciones horarias son:

(M.R.U.)

Para la posición

(M.R.U.V)

$$V_x = v_{0x}$$

Para la velocidad

$$V_y = v_{0y} - g \cdot t$$

Con la ecuación horaria de la posición $x(t)$ e $y(t)$, podemos encontrar la ecuación de la trayectoria, que es simplemente $y(x)$:

Si en $x(t)$ despejamos t , lo que tenemos es la función inversa de la anterior, o sea $x^{-1}(t)$, esto es:

$$t = \frac{x}{v_{0x}}$$

Remplazando en $y(t)$ tenemos:

$$y = v_{0y} \cdot \frac{x}{v_{0x}} - \frac{1}{2} g \cdot \frac{x^2}{v_{0x}^2}$$

Pero $\frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \operatorname{tg} \alpha_0$, además $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha_0$, reemplazando en la anterior:

$$y = \operatorname{tg} \alpha_0 \cdot x - \frac{g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha_0)} \cdot x^2$$

que es la ecuación de la trayectoria: $y(x)$

Observamos que esta ecuación es de forma $y = a \cdot x + b \cdot x^2$, lo que indica que la trayectoria es una parábola de 2º grado, convexa ($b < 0$) y que pasa por el origen (termino independiente nulo).

Forma vertical de la posición del proyectil en función del tiempo:

En lugar de las ecuaciones horarias de la posición $x(t)$ e $y(t)$ es más cómodo, que aquellos que conozcan el mecanismo de las derivadas, usen la expresión del vector posición:

$$\vec{r} = v_{0x} \cdot t \cdot \hat{i} + \left(v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \right) \hat{j}$$

La importancia de esta expresión radica en que a partir de ella es posible deducir las otras ecuaciones. Su primera derivada con respecto al tiempo da como resultado la ecuación horaria de la velocidad instantánea en forma vectorial:

$$\vec{v} = v_{0x} \cdot \hat{i} + (v_{0y} - g \cdot t) \hat{j}$$

La derivada con respecto al tiempo de esta última expresión da como resultado la aceleración, que no puede ser otra que:

$$\vec{a} = -g \cdot \hat{j}$$

Cálculo de la altura máxima

Para obtener la máxima ordenada del movimiento (altura máxima) es necesario encontrar alguna característica cinemática del punto correspondiente. La particularidad más evidente es que la componente de la velocidad del móvil según el eje y se anula. Podemos aplicar entonces la siguiente, que para el eje y es, considerando que $y_0=0$:

$$v^2 = v_{0y}^2 - 2 \cdot g \cdot y$$

Si reemplazamos en esta ecuación los parámetros de velocidad y posición para altura máxima:

$$\text{Si } v = 0 \Rightarrow y = H \Rightarrow \{0 = v_{0y}^2 - 2 \cdot g \cdot H$$

Si de esta ecuación despejamos el valor H :

$$H = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2(\alpha_0)}{2 \cdot g}$$

En esta expresión se puede observar que para un valor dado de la velocidad inicial, el máximo valor de H se obtiene cuando $\alpha_0 = \pi/2$, que es en el caso particular del tiro vertical en el vacío.

Cálculo del instante de altura máxima (t_H)

Para este caso podemos usar una ecuación que nos da la velocidad en función del tiempo. Aplicada al eje y esta ecuación resulta:

$$v_y = v_{0y} - g.t$$

Para el caso que estamos buscando, cuando $v_y = 0 \Rightarrow t = t_H$, reemplazando:

$$0 = v_{0y} - g.t_H$$

Despejando t_H :

$$t_H = \frac{V_0 \cdot \text{sen}(\alpha_0)}{g}$$

Cálculo de la abscisa de altura máxima (X_H)

De la misma ecuación de T_H recién obtenida, si reemplazamos en la ecuación horaria $x(t)$ tenemos:

$$x_H = \frac{V_0^2}{g} \cdot \text{sen}(\alpha_0) \cdot \cos(\alpha_0)$$

Recordando que: $\text{sen}(\alpha_0) \cdot \cos(\alpha_0) = \frac{\text{sen}(2\alpha_0)}{2}$

$$x_H = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\alpha_0)}{2g}$$

Cálculo del alcance (L)

El alcance es la distancia horizontal recorrida por el proyectil, medida entre el punto de lanzamiento y el de impacto sobre el plano horizontal.

Teniendo en cuenta que la trayectoria de este movimiento es una parábola cuyo vértice tiene la abscisa:

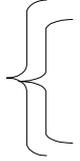
$$x_H = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\alpha_0)}{2g}$$

Es evidente que por ser una curva simétrica con respecto a la vertical que pasa por el vértice, la abscisa correspondiente al alcance será el doble de la altura máxima, esto es:

$$L = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\alpha_0)}{g}$$

Es importante conocer, para una velocidad de lanzamiento determinado, con qué ángulo α_0 se debe lanzar un proyectil para obtener alcance máximo.

Dicho valor lo podemos obtener de la ecuación del alcance, donde se debe cumplir que para que L sea máximo, debe ser máximo el $\text{sen}(2\alpha_0)$, lo que satisface para $\alpha_0 = 45^\circ$.



Cualquier otro alcance será menor, ya que aumentando como disminuyendo la elevación del tiro. Se produce un hecho curioso si se lanza un proyectil con una elevación mayor de 45° (por ejemplo β_0) y con otra menor (por ejemplo γ_0), de forma que ambos alcancen sean iguales. Si hacemos que:

$$\frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\beta_0)}{g} = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\gamma_0)}{g}$$

Lo que se cumple para: $\text{sen}(2\beta_0) = \text{sen}(2\gamma_0)$
Una solución de esta ecuación es:

$$2\beta_0 = 180^\circ - 2\gamma_0$$

Dividimos m.a.m .por 2

$$\beta_0 = 90^\circ - \gamma_0$$

es decir que ambos ángulos son complementarios

Tiro horizontal

Se trata de un caso particular del tema anterior (tiro oblicuo), en el que el proyectil se lanza horizontalmente, de forma que si el origen de coordenadas se coloca en el punto de lanzamiento con los ejes ubicados según muestra la siguiente figura, el ángulo de lanzamiento será nulo ($\alpha_0 = 0$); por dicha razón no existe componente vertical de v_0 . ello simplifica las ecuaciones y ya carece de sentido el concepto de alcance y altura máxima vistos.

El movimiento en este caso será el resultado de dos movimientos componentes, uno horizontal con velocidad constante e igual a la velocidad inicial y otro de caída libre.

Para escribir las ecuaciones horarias debemos tener en cuenta que ahora el signo que precede es “g” es el signo positivo, pues el vector aceleración tiene el sentido del semieje positivo de las “y”. además, en este caso $y_0 = 0$ y $v_{y0} = 0$ quedando:

$$x = v_0 \cdot t$$

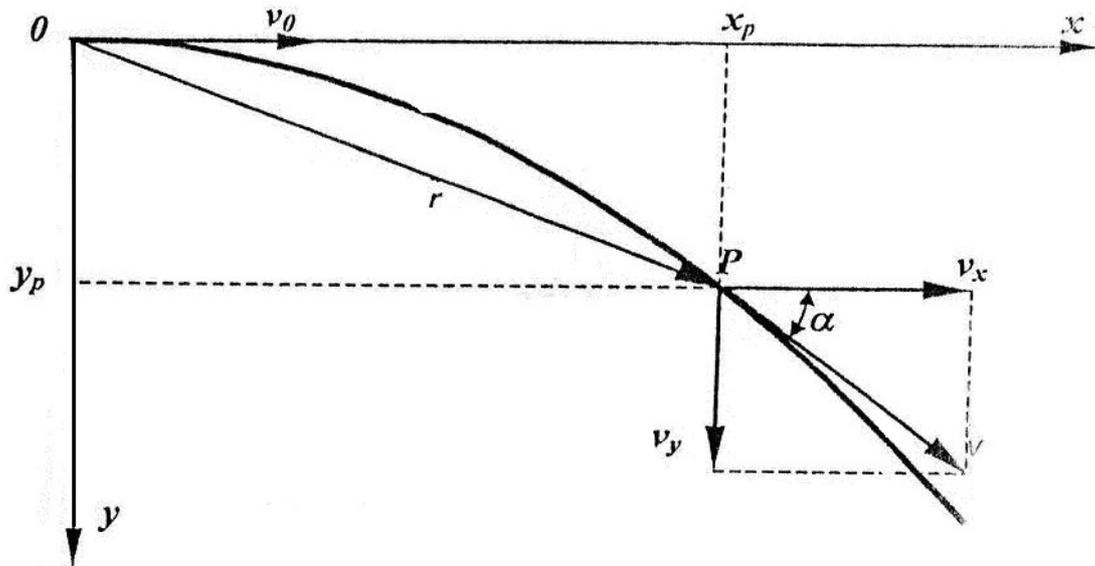
$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Para la posición

$$v_x = v_0$$

$$v_y = g \cdot t$$

Para la velocidad



Lanzamiento de peso

La distancia recorrida por un objeto lanzado desde el suelo, como hemos visto esta determinada por la fórmula del tiro parabólico.

$$x = v.t.\cos\alpha$$

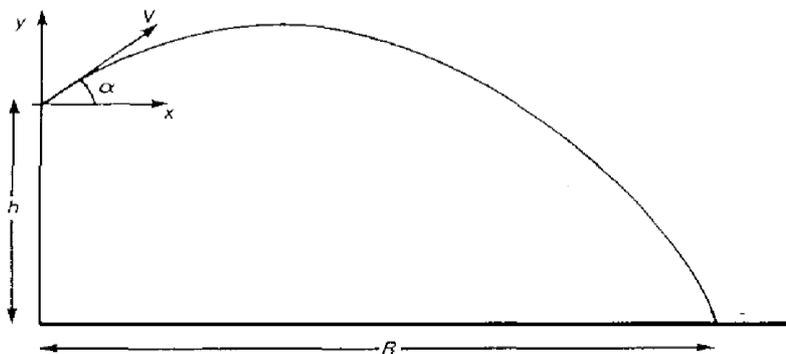
$$y = v.t.\text{sen}\alpha - \frac{1}{2}g.t^2 \Rightarrow t = \frac{2.v.\text{sen}\alpha}{g}$$

$$x(t) = \frac{2.v^2.\text{sen}\alpha.\cos\alpha}{g}$$

Por consiguiente, la longitud del lanzamiento es

Si derivamos esta distancia con respecto al ángulo α e igualamos la expresión a 0,

encontraremos el ángulo óptimo que es de $45^\circ = \frac{\pi}{4}$ para alcanzar la longitud máxima.



Pero, en el caso de un lanzador de peso, la bola no despegue desde el suelo, sino

desde su brazo y, teniendo en cuenta que la altura del atleta es significativa en comparación a la longitud del lanzamiento, no será válida la fórmula del tiro parabólico simple, sino que habrá que formular ecuaciones diferenciales para modelizar esta situación y el ángulo óptimo dependerá de la altura del atleta y de la energía que imprima inicialmente a la bola.

$$x = v.t.\cos\alpha$$

$$y = h + v.t.\sen\alpha - \frac{1}{2}g.t^2 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{2.v.\sen\alpha + \sqrt{4v^2\sen^2\alpha + 8gh}}{2.g}$$

Y ahora la expresión para la distancia es la siguiente

$$x(t) = \frac{v^2.\cos\alpha}{g} \left(\sen\alpha + \sqrt{\sen^2\alpha + \frac{2.g.h}{v^2}} \right)$$

Los valores habituales son:

$$v \approx 10 - 14 \text{ m/s};$$

$$\alpha \approx 40 - 45^\circ$$

$$h \approx 1.8 - 2.5 \text{ m}$$

Nuevamente, para saber su valor máximo derivamos con respecto a α ,

$$\frac{\partial x}{\partial \alpha} = \frac{v^2}{g} \left(-\sen^2\alpha - \sen\alpha \sqrt{\sen^2\alpha + \frac{2gh}{v^2}} + \cos^2\alpha + \frac{\sen\alpha \cos^2\alpha}{\sqrt{\sen^2\alpha + \frac{2gh}{v^2}}} \right) = 0$$

Para conocer el ángulo apropiado de tiro α para un atleta concreto, primeramente mediremos su altura h y, experimentalmente, la velocidad de salida de la bola v instalando en ésta un sensor magnético. Después, basta con resolver numéricamente la ecuación no lineal deducida anteriormente para α .

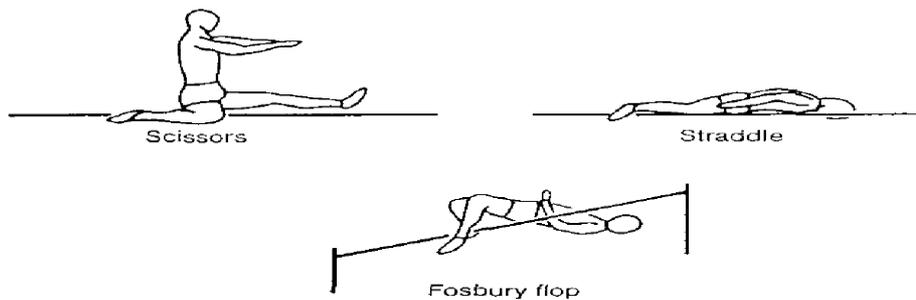
Si añadimos al sistema la influencia del rozamiento del aire $\approx 0.2.d^2.v^2$, donde d es el diámetro de la bola, entonces obtendríamos un sistema de ecuaciones diferenciales acopladas para las variables x e y , que sería mucho más complicado de resolver.

Salto

En los saltos, habrá que tener muy en cuenta el centro de masa.

Salto de altura

En el salto de altura se trata de rebasar una línea situada a cierto nivel sobre el suelo. Durante la historia se han desarrollado diferentes técnicas para superar esa línea. En un principio, el atleta saltaba erguido, pero esta forma no era muy adecuada, puesto que el centro de masa se encuentra en el tronco, y había que ponerlo muy por encima de la altura de salto. Más tarde, se desarrolló la técnica de "rosca", que consistía en posicionar el cuerpo horizontalmente y girar alrededor del listón. Por último, en el año 1968, Richard Fosbury provocó una revolución con su nueva técnica y en la actualidad todos los saltadores la utilizan. El atleta salta de espaldas y curva su cuerpo durante el salto para rebasar la altura, mientras algunas partes de su cuerpo están por debajo del listón; de esta manera el centro de gravedad permanece siempre por debajo de ese nivel y se pueden conseguir mejores marcas con el mismo impulso.



Cuando el atleta salta, sigue el comportamiento de un proyectil. La trayectoria del centro de gravedad es parabólica, comenzando en $y(0) = h$. La carrera es horizontal, y al final toma impulso ascendente $I = v \cdot m$, la velocidad horizontal v permite pasar al otro

lado de la línea, y la vertical v cumplirá la segunda ley de Newton,

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + h$$

$$v = \frac{\partial y}{\partial t} = -gt + v_0$$

La altura superada por el centro de gravedad es $y_{\max} = \frac{v^2}{2g} + h$. El valor

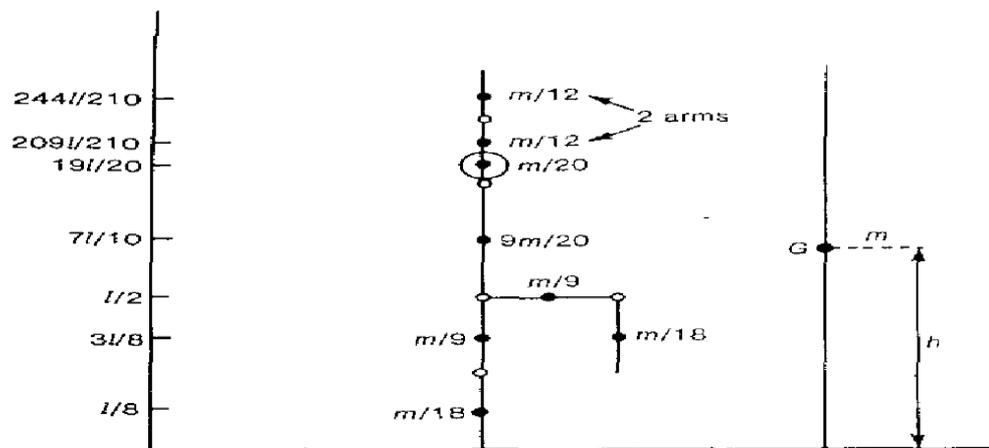
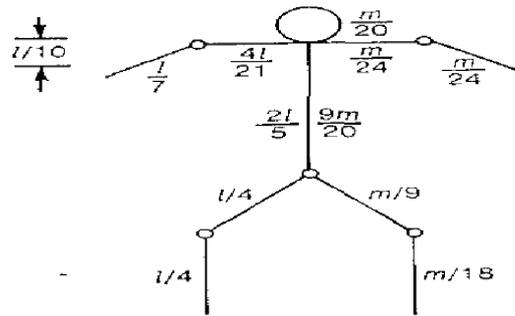
y_{\max} depende del impulso, la curvatura que adopta el cuerpo y la distribución del peso en el atleta. Lógicamente es conveniente que el saltador sea alto.

Si la altura del saltador es l y su masa m , en el momento del salto la posición del centro de gravedad será.

$$h = \frac{m}{18} \frac{l}{8} + \frac{m}{9} \frac{3l}{8} + \frac{m}{18} \frac{3l}{8} + \frac{m}{9} \frac{l}{2} + \frac{9m}{20} \frac{7l}{10} + \frac{m}{12} \frac{209l}{210} + \frac{m}{20} \frac{19l}{20} + \frac{m}{12} \frac{244l}{210} = 0.667 \cdot l$$

Por ejemplo un atleta de 1.98 m. de altura tendrá su centro de gravedad a 1.32m del

suelo y uno de 1.83m a 1.22m.



El impulso necesario para superar una altura concreta es $l^2 = 2m^2g(y_{\max} - h)$. Por ejemplo, un saltador de 1.98m cuyo centro de gravedad deba pasar por 2.13m, necesitará un impulso de $l^2 = 2m^2g * 0.81$.

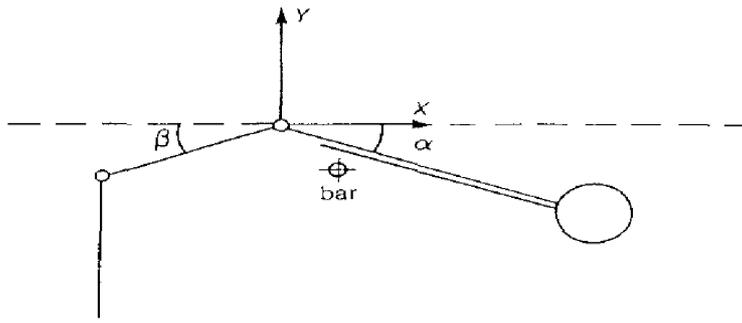
Analicemos la posición del saltador mediante los ángulos que forman sus piernas y su cuerpo cuando esta rebasando el listón:

$$\left(\bar{x}, \bar{y}\right) = \left(\frac{251}{1680}l \cos \alpha - \frac{1}{18}l \cos \beta, -\frac{251}{1680}l \sin \alpha - \frac{1}{18}l \sin \beta - \frac{1}{72}l \right)$$

Si los ángulos son $\alpha = \beta = 20^\circ$ y la altura es $l = 1.98$, entonces $\left(\bar{x}, \bar{y}\right) = (0.175, -0.166)$. El centro de masas está 16.6cm por debajo de la cintura y para sobrepasar los 2.13 m, el impulso necesario es,

$$l^2 = 2.m^2.g.(1.964 - 1.32) = 2.m^2.g * 0.644$$

Mucho menos que con las otras técnicas.



Salto de longitud

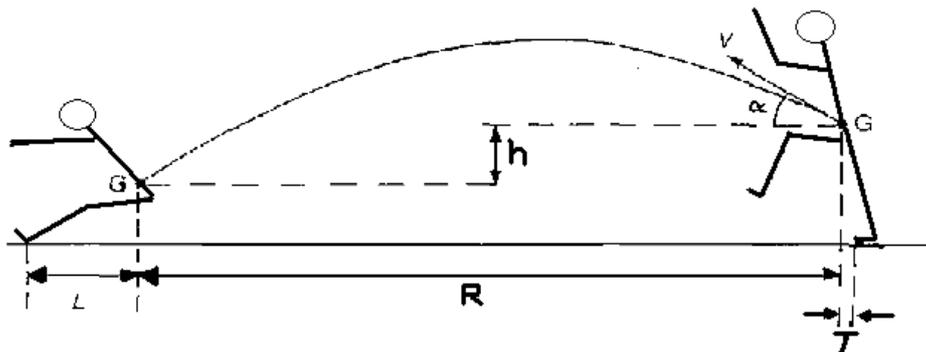
En el salto de longitud, consideremos las ecuaciones del movimiento bajo el efecto gravitatorio y la conservación del momento, sin tomar en cuenta el rozamiento del aire. Durante el vuelo, las piernas del atleta giran como las de un ciclista y tiene su explicación.

El vuelo del saltador tiene sigue una trayectoria parabólica y hay que tener en cuenta que en el impulso el centro de gravedad está un poco por delante del pie de batido y al caer por detrás del punto de aterrizaje y por debajo del nivel de salida. Por tanto, la distancia es $D=T+R+L$, donde,

$$D = \frac{v^2 \cos \alpha}{g} \left[\operatorname{sen} \alpha + \sqrt{\operatorname{sen}^2 \alpha + \frac{2gh}{v^2}} \right]$$

Con v como velocidad inicial del salto y α el ángulo con la horizontal. Los valores habituales de estos parámetros son $v \approx 8-10 \text{ m/s}$, $\alpha \approx 18^\circ-22^\circ$, $h \approx 0.4-0.6 \text{ m}$, $L \approx 0.75-1 \text{ m}$,

$T \approx 0.3-0.4 \text{ m}$. Es clara la influencia de la velocidad inicial puesto que afecta cuadráticamente en la longitud.



Por ejemplo, para los datos $v = 9 \text{ m/s}$, $\alpha = 20^\circ$ y $h = 0.5 \text{ m}$, el recorrido del centro de gravedad es $R = 6.44$ y sumando $L = 0.8$ y $T = 0.35$, la longitud total es $D = 0.35 + 6.44 + 0.8 = 7.59$

Factores a tener en cuenta en la técnica del salto:

- El último paso se da ligeramente más corto y bajo para dar un mayor impulso al centro de masa.

- La pierna libre se adelanta para aumentar el efecto de acción y reacción sobre el pie de batida y para avanzar el centro de gravedad.
- El avance de la pierna crea un momento de inercia sobre la cadera y obliga a mover la otra pierna y los brazos cíclicamente para compensarlo.
- Al final, ambas piernas se sitúan por delante del cuerpo para adelantar el punto de contacto y aumentar la longitud del salto.

En el año 1968, el estadounidense Bob Beamon realizó un salto prodigioso de 8.90m en la Olimpiada de México, e hicieron falta 30 años para que Mike Powell superara el registro. Durante mucho tiempo, se especuló con la influencia del rozamiento del aire, menos denso por efecto de la altura, pero vamos a analizar todos los factores del salto.

Igualando fuerzas $m \cdot a = m \cdot g + D$, donde D representa la fuerza de rozamiento del aire. Siendo ρ la densidad del aire (a nivel del mar $\rho \approx 1.225 \text{ kg/m}^3$ y en Ciudad de México $\rho \approx 0.984 \text{ kg/m}^3$), la fuerza de rozamiento está en función de v^2 y A (superficie del cuerpo).

En concreto, $D = \frac{1}{2} M \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$, con $M = \text{cte}$. La trayectoria del cuerpo es un tiro parabólico en la dirección V , consecuentemente el efecto del aire sobre el cuerpo es $D = -\frac{1}{2} M \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot V$.

La trayectoria vertical es corta y el aire no influye apenas en ella y podemos deducir T del apartado anterior, integrando la velocidad horizontal en ese periodo hallamos su longitud

$$m \cdot a = m \cdot \frac{du}{dt} = -\frac{1}{2} M \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

. Separamos las variables e integramos,

$$\int_{u(0)}^u \frac{du}{v^2} = -\frac{M \rho A}{2m} \int_0^t dt \Rightarrow \frac{1}{u} = \frac{M \rho A}{2m} t + \frac{1}{u(0)}$$

donde $u(0)$ es la velocidad longitudinal inicial.

Podemos escribir $u = \frac{dx}{dt}$ y aplicar separación de variables de nuevo.

$$\int_0^R dx = \int_0^T \frac{dt}{\frac{M \rho A}{2m} t + \frac{1}{u(0)}} \Rightarrow R = \frac{2m}{M \rho A} \log_e \left(1 + \frac{M \rho A u(0) T}{2m} \right)$$

La duración del salto y la velocidad inicial suelen ser aproximadamente 1s y 10m/s luego

$$\frac{M \rho A u(0) T}{2m} < 1$$

y se puede desarrollar la serie para el logaritmo,

$$\left\{ \begin{array}{l} x = v_{0x} \cdot t \\ y = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{array} \right.$$

$$R = \frac{2m}{M\rho A} \left(\frac{M\rho Au(0)T}{2m} - \frac{1}{2} \frac{M\rho Au(0)T^2}{2m} + \dots \right) \approx u(0) - \frac{M\rho Au(0)^2}{4m} T^2$$

Evaluando esta fórmula, considerando la altura de México y comparándola con la del mar

$$R_2 - R_1 \approx \frac{MAu(0)^2 T^2}{4m} (\rho_1 - \rho_2) = 0.042m$$

Se deduce que la diferencia de longitud sería de unos 4cm, con lo que podemos asegurar que, en cualquier caso, el salto de Bob Beamon fue extraordinario.

Alumno:

Curso:

Fecha:

Documento de trabajo: Tiro oblicuo

<p><u>Ecuaciones Horarias:</u></p> <p style="text-align: center;">(M.R.U.)</p> <p>Para la posición (M.R.U.V)</p> <p style="text-align: center;">$V_x = v_{0x}$</p> <p>Para la velocidad $V_y = v_{0y} - g \cdot t$</p> <p><u>Cálculo de la altura máxima</u></p> $H = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2(\alpha_0)}{2 \cdot g}$ <p><u>Cálculo del instante de altura máxima (t_H)</u></p> $t_H = \frac{V_0 \cdot \text{sen}^2(\alpha_0)}{g}$ <p><u>Cálculo de la abscisa de altura máxima (X_H)</u></p>	<p style="font-size: 2em; margin: 0;"><u>M</u></p> <p style="margin: 10px 0;"><u>mis apuntes</u></p>
--	--

$$x_H = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\alpha_0)}{2g}$$

Cálculo del alcance (L)

$$L = \frac{V_0^2 \cdot \text{sen}(2\alpha_0)}{g}$$

Notas:

◆ Cuando un objeto alcanza su altura máxima, en ese punto su velocidad es nula.

◆ el tiro oblicuo se descompone vectorialmente:

- en el eje x es un movimiento rectilíneo uniforme

- en el eje y es un movimiento rectilíneo

uniformemente variado

Consigna: estudiar un récord mundial de lanzamiento. Y verificar los datos obtenidos

Actividad: Se le pedirá a los alumnos que investiguen y traigan información sobre récords mundiales de lanzamiento. Se realizara una puesta en común de los diferentes resultados obtenidos, para luego debatir, y poder sacar conclusiones del porque de la diferencia de los resultados del calculo y el récord mundial.

Objetivo:

- ♠ Que los alumnos logren deducir el porque de la diferencia de los resultados del calculo y la realidad observable.
- ♠ Y fundamentar a partir de principios físicos y matemáticos las conclusiones intuitivas de los alumnos.



Conclusiones:

- ✓ Los principios físicos y matemáticos en los cuales se desarrolla un deporte, permiten comprender y predecir los resultados alcanzados por los atletas.

- ✓ También resulta importante comprender el papel que los avances tecnológicos pueden tener en la obtención de mejores marcas. Sin embargo, no hay que perder de vista que es, en última instancia, la habilidad del atleta para desenvolverse dentro de estos principios y de aprovechar las nuevas tecnologías lo que determina los avances alcanzados en las diferentes ramas del deporte.

- ✓ El estudio analítico de los movimientos se realizan en condiciones ideales (sin rozamiento, etc), escenario que no es posible en la tierra, durante el desarrollo de un deporte.

- ✓ Los contenidos abordados demuestran las íntimas relaciones existentes entre Física y Matemática satisfactoriamente.

Glosario.

Glosario de conceptos Físico y matemáticos

- Velocidad: Es una magnitud vectorial
Velocidad = tiempo . Aceleración
- Aceleración: La aceleración es la magnitud física que mide la tasa de variación de la velocidad respecto del tiempo. Es una magnitud vectorial con dimensiones de longitud/tiempo² (en unidades del sistema internacional se usa generalmente [m/s²]).
- Fuerza: Es una magnitud vectorial. Es una acción capaz de deformar un cuerpo, generar o detener un movimiento y modificar el estado de reposo – o movimiento – de un cuerpo.
Fuerza = masa . aceleración
- Masa: Es una propiedad inherente de un cuerpo en particular. Es la propiedad que le da a un cuerpo su inercia, su resistencia a cambiar su estado de movimiento.
- Energía: Capacidad de hacer trabajo
- Potencia: Es la velocidad a la cual se efectúa el trabajo.
- Trayectoria: Se la considera como una línea recta.

TRIGONOMETRÍA

- Coseno: Es la relación entre el cateto adyacente al ángulo (abscisa) y la hipotenusa.
- Seno: Es la relación que existe entre el cateto opuesto al ángulo (ordenada) y la hipotenusa (radio vector).
- Tangente: Es la relación entre el cateto opuesto y el cateto adyacente del ángulo.

Bibliografía

Dirección General de Cultura y Educación. Gobierno de la provincia de Bs. As.
Física 4 ES. Ediciones Tinta Fresca.

M. Stewart Townend, Matemática y deporte, John Wiley & Sons, 1984

http://es.wikipedia.org/wiki/carreras_de_velocidad

<http://es.wikipedia.org/wiki/atletismo>

<http://www.colegiovirgendegracia.org/eso/documentos/efisica>

<http://www.elmundodeporte.com>

<http://lifegetinit.greenmaplewellness.net/new/articles>

http://www.geocities.com/jabalina_2y/reglasjabalina.html