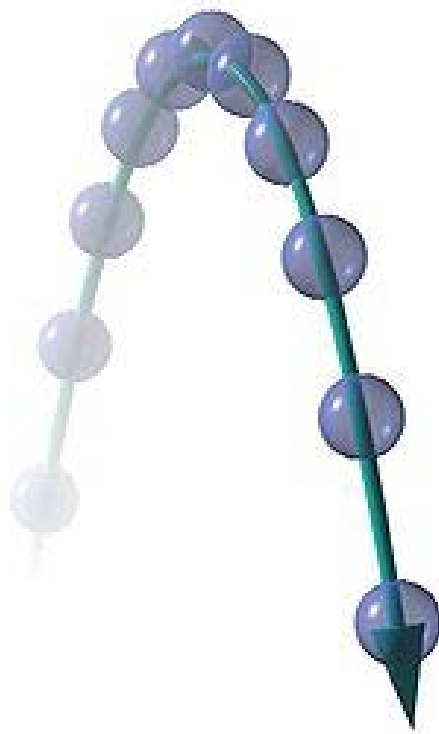


UN PROBLEMA DE
BALISTICA APLICADO AL
FUTBOL

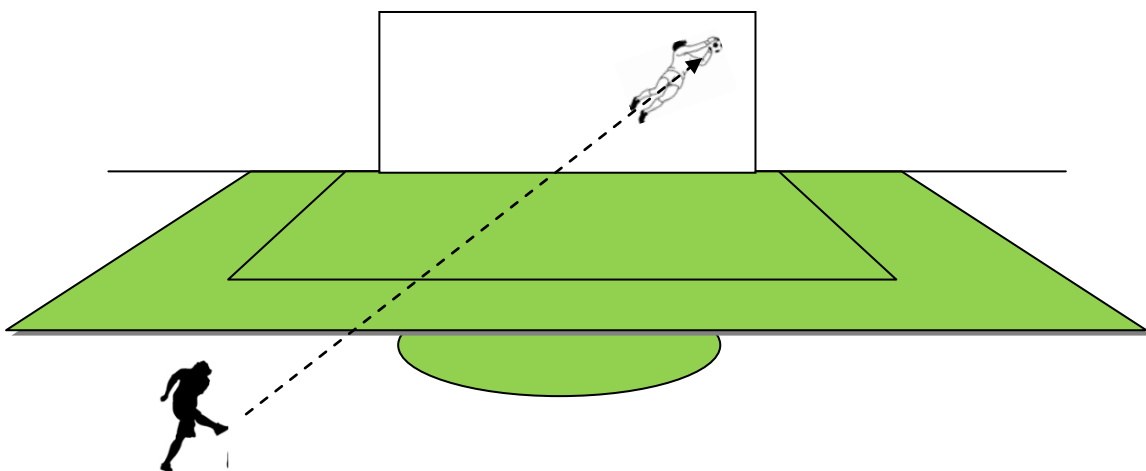


INTRODUCCION

Recordemos que todo objeto arrojado al espacio pertenece al dominio de la balística, describiendo una curva denominada parábola o parábola de tiro.

Hoy por hoy el deporte ha cobrado un interés como nunca en el ámbito de la actividad física del ser humano pero también está ocurriendo que cada vez se científica y se tecnifica ostensiblemente, llámese en principio en lo que conocemos como medicina del deporte o bien en el marco de la biomecánica, psicología del deporte y si nos ponemos a reflexionar lo pormenores de que suscitan en una actividad como el futbol, resulta n ser de toda índole. Pues entran a tallar fenómenos físicos como trayectorias, procesos de estrategias, tácticas, procesos aleatorios, etc. Por ejemplo consideremos un caso particular que se presenta en el futbol y es de gran significación. Sea la situación de un guardavalla cuando ocurren los tiros libres, o bien con la pelota en movimiento, máxime cuando los mismos se sitúan cerca del arco. Muchas veces cuando el disparo se hace violento el arquero no tiene más remedio que arrojarse para detener el balón o desviarlo. Aquí surge una pregunta ¿con qué velocidad deberá lanzarse el arquero para alcanzar la pelota en desviarla o detenerla? Suponiendo que el guardavallas adivina la dirección de la pelota. A continuación ensayamos un dibujo esquemático de tal proceso.

Dibujo esquemático de la acción del arquero.



Desarrollo del modelo a emplear

Primera. Hipótesis: tiro libre o en movimiento. No se tiene en cuenta la barrera de protección, se asume que la pelota no intercepta dicha barrera.

Segunda Hipótesis: Asumimos también que la velocidad del balón como así también del guardavallas lo hace aproximadamente con velocidad uniforme, esta hipótesis es razonable por cuánto el error cometido es virtualmente despreciable, tampoco se tiene en cuenta la resistencia del aire

ADVERTENCIA

Los lectores que no desean saber cómo se obtiene la expresión matemática que regula con qué velocidad debe arrojarse el guardavallas solamente tiene que consultar la tablita que se halla expuesta en la pág. 5

Tercera. Hipótesis: Por consecuencia estamos utilizando nociones de cinemática, es decir no empleamos el concepto de fuerza y por ende de la dinámica, luego el problema se simplifica notablemente.

Como vamos a considerar valores medios escribiremos las relaciones matemáticas así:

$$v = \frac{\text{espacio}}{\text{tiempo}} = \frac{\langle e \rangle}{\langle t \rangle} = \langle v \rangle$$

Veamos entonces:

a) velocidad del guardavallas al arrojarse al espacio:

1)

$$\langle V_a \rangle \cong \frac{\langle S_a \rangle}{\langle t \rangle}$$

Donde $\langle S_a \rangle$ es el espacio recorrido por el arquero $\langle t \rangle$ tiempo que tarda en recorrer ese espacio.

El signo " \cong " significa aproximadamente igual

Velocidad del Balón

2)

$$\langle v_p \rangle \cong \frac{\langle D \rangle}{\langle t \rangle}$$

Donde " $\langle D \rangle$ " es el espacio recorrido por el balón, y $\langle t \rangle$ tiempo empleado. No cuesta mucho pensar que cuando el jugador dispara el shot (tiro), el tiempo que tarda en llegar al arco debe ser igual al tiempo que tarda el arquero en arrojarse en pos de la pelota en desviarla o atajarla.

Despejamos el tiempo $\langle t \rangle$, de 1)

3)

$$\langle t_p \rangle \cong \frac{\langle S_a \rangle}{\langle V_a \rangle}$$

Luego despejamos el tiempo $\langle t \rangle$, de 2)

4)

$$\langle t_p \rangle \cong \frac{\langle D \rangle}{\langle V_p \rangle}$$

Como los tiempos son iguales, también lo será 3) con 4).

Igualamos:

5)

$$\frac{\langle S_a \rangle}{\langle V_a \rangle} \cong \frac{\langle D \rangle}{\langle V_p \rangle}$$

Obtenemos una conocida proporción que todos lo que cursamos la enseñanza media la hemos aprendido, por lo tanto la velocidad con que debe arrojarse

El arquero para atajar o desviar la pelota debe ser:

6)

$$\langle V_a \rangle \cong \frac{\langle S_a \rangle \cdot \langle V_p \rangle}{\langle D \rangle}$$

Escrita con palabras:

Velocidad del arquero \cong $\frac{\text{distancia que recorre el arquero} \times \text{velocidad de la pelota}}{\text{Distancia del tiro del arco}}$

A continuación veamos un ejemplo práctico:

Sean los siguientes datos:

Espacio recorrido por el arquero: $\langle S_a \rangle \cong 3,60$ mts. (1)

Velocidad de la pelota: $\langle V_p \rangle \cong 27,00$ mts./seg.

Distancia recorrida por la pelota: $\langle D \rangle \cong 30,00$ mts.

(Se estima que la velocidad de la pelota es aproximadamente de $97,2$ km./hora, o sea $27,00$ mts./seg.)

Por consecuencia colocamos estos valores en la formulita 6)

Esto es:

$$\langle V_a \rangle \cong \frac{3,60 \times 27}{30}$$

Y resulta:

$$\langle V_a \rangle \cong 3,24 \text{ mts./seg.}$$

“Es decir el guardavallas debe arrojar el balón a una velocidad aproximadamente de 3,24 mts./seg, es decir serían, 11,66 km./hora.”

Es claro que el problema más grave que se le presenta al arquero reside cuando le corresponde atajar un tiro penal. El tiro penal debe ejecutarse aproximadamente a una distancia de 12 metros.

(1) Se supone que el arquero se sitúa en la mitad del arco.

Si tenemos en cuenta en la 6) que los otros parámetros no se modifican ($\langle S_a \rangle$ y $\langle V_p \rangle$), solamente la distancia $\langle D \rangle$, en este caso vale 12 metros, tenemos:

$$\langle V_a \rangle \cong \frac{3,60 \times 27}{12}$$

Operamos, y resulta:

$$\langle V_a \rangle \cong \frac{3,60 \times 27}{12}$$

o

$$\langle V_a \rangle \cong 28,8 \text{ Km/h}$$

El arquero deberá realizar un esfuerzo ingente para detener el balón, más la intuición en adivinar adonde se dirige la pelota.

CONCLUSION

El caso del penal tiene muy poca probabilidad de atajar el tiro o desviarlo.

No obstante un director técnico que le interese el tema, puede reflexionar sobre la cuestión y podría ejercitar al arquero a practicar investigar y lograr tal vez esa velocidad de lanzamiento del arquero.

Por supuesto que no está demás decir que para las otras distancias habrá que tenerlas en cuenta, pues como a continuación exponemos una tablita que hemos levantado para tal efecto:

Km/h	$mts./seg.$	$mts.$
$\langle V_a \rangle$	$\langle V_a \rangle$	$\langle D \rangle$
28,8	8	12
23,4	6,50	15
17,49	4,86	20
14,04	3,90	25
17,66	3,24	30
10,08	2,80	35
8,82	2,45	40

}

Riesgo Total

}

Riesgo Condicional

Reiteramos

$\langle V_a \rangle$: Velocidad en que se arroja el arquero

$\langle D \rangle$: Distancia del tiro al arco

Aparentemente después de los treinta metros, la formulita 6) informaría que no sería necesario lanzarse en pos del balón más bien el arquero debe ubicarse correctamente y como se dice en la jerga “Hacer vista”.

OBSERVACION

La precedente tabla puede ser susceptible de reajustar los correspondientes parámetros según los ensayos y mediciones a realizar por los técnicos.

COMENTARIO

Sin dudas el futbol (pasión de multitudes), en cuanto al juego en sí, contiene innumerables problemas como el que hemos planteado aquí en esta página, obviamente habrá algunos más difíciles todavía donde intervienen variables aleatorias, pero como siempre hay que comenzar por los más fáciles, pensamos que el tema de los tiros libres, o tiros con pelota en movimiento, a pesar que parece más tratables no son menos importantes.

Por eso tengamos en cuenta el angustioso tiro penal (para el arquero y su equipo) vale la pena estudiarlos, de ahí que sería interesante comentarles a los señores Directores Técnicos de los equipos de futbol el problema expuesto.

Insistimos, si un DT, su preparador físico o su entrenador le proponen al responsable de la valla ejercitarse en la práctica de lanzarse en zambullidas repetidas veces midiendo el tiempo que tarda en efectuar dicho lanzamiento, con un buen cronómetro, para determinar la velocidad, o bien lo ideal con un medidor de velocidad, automáticamente se sabría con qué velocidad se arrojó el arquero.

Es muy probable que después de una serie de buenos ejercitamientos el guardavallas asociado a un buen físico estilizado y con un arranque rápido algo parecido a un corredor del tipo de los cien metros llanos, comience tal vez a aproximarse a los valores que se detallan en la tablita de la pág. 5 y pueda mejorarse la performance del equipo porque los campeonatos se **GANAN MINIMIZANDO LOS GOLES DEL ADVERSARIO Y MAXIMIZANDO LOS TANTOS A FAVOR.**

Los lectores que quieran profundizar este tema, pueden consultar el libro del Dr. Hanert TRATADO DE BALISTICA, pág. 254 y 255. Por ejemplo la resistencia del aire es virtualmente nula para el caso que tratamos, con respecto a la acción de la gravedad los errores cometidos oscilan entre el 2 y el 7 por ciento.

NOTA IMPORTANTE

Si el lector desconoce algunos conceptos de cinemática, puede consultar el **MANUAL DE BALISTICA ELEMENTAL APLICADA**, en las páginas 8 y 9, y si desea saber sobre trayectorias que revise las pág. 48 y 49 **BALISTICA EXTERIOR.**

Prof. Alfredo Rodolfo Garasini

Ingeniero Pablo Gandolfo

Lic. Juan Pablo Garasini