Atrapa el billete

Si usted, querido lector, es de aquellas personas que aman las apuestas, y desde siempre ha soñado con un método infalible, que le garantice un cien por ciento de éxito, entonces de seguro disfrutará de la siguiente propuesta. Para llevarla a la práctica sólo requiere un billete cualquiera, leer atentamente este artículo, y desde luego la participación de algún incauto que esté dispuesto a apostar algo de dinero, sin saber que sus probabilidades de ganar son nulas. Soy plenamente consciente de que ha escuchado estas promesas muchas veces, por lo general de labios de personas inescrupulosas que aseguran haber descubierto una manera absolutamente confiable para desplumar a sus semejantes. Entonces ¿por qué habría de creerme? Sencillamente porque se trata de un método de apuesta científicamente comprobado... comprobado por el autor, desde luego, pues gracias a la argucia que ahora me dispongo a relatar he ganado algo de dinero extra cuando más lo he necesitado. Y despreocúpese que no existen trampas ni engaños de ninguna clase. Se trata simplemente de usar algo de ciencia en beneficio de nuestros bolsillos. Como supongo que la curiosidad lo está matando, no perdamos más tiempo y vayamos de una vez con las explicaciones.

Como una buena imagen dice más que mil palabras, sugiero mirar atentamente la figura que aparece a continuación, donde se observa la mano del autor sosteniendo un billete de mil pesos en posición vertical.

Figura 1. El autor sostiene un billete desde su extremo superior. Un amable colaborador, que hace las veces de un apostador, coloca sus dedos índice y pulgar cerca del centro del billete, pero sin llegar a tocarlo. Una vez soltado el billete, el apostador debe cerrar sus dedos e intentar atrapar el billete pero sin desplazar su mano hacia abajo.

Un improvisado asistente, que por cierto no es ningún incauto, coloca sus dedos índice y pulgar muy cerca del centro del billete, pero sin llegar a tocarlo. La apuesta consiste en que mi asistente, vale decir, nuestro adversario, debe intentar atrapar el billete después de que éste sea soltado. Naturalmente, usted aporta el billete, de modo que si nuestro oponente logra atraparlo, el dinero quedará en su poder. En caso contrario, el incauto deberá pagarle con un billete de la misma denominación. Antes de seguir adelante he de advertir que no está permitido que nuestro adversario mueva su mano hacia abajo luego de que el billete ha sido soltado. Puedo asegurarle que nadie será capaz de atrapar el billete, por más felinos que sean sus reflejos. ¿Cómo puedo estar tan seguro? Pues simplemente porque la ley de caída libre descubierta por el gran Galileo Galilei así lo garantiza.

Lo primero que usted debe saber es que el tiempo promedio de reacción de una persona es del orden de 0,2 segundos, esto es, 1/5 de segundo. Con este dato, y recordando la conocida ley de caída libre, concluimos que el billete estará muy por debajo de la mano del desdichado incauto cuando éste reaccione y consiga cerrar sus dedos. ¿Qué dice la ley de Galileo? En números redondos establece que la distancia, expresada en metros, recorrida por un cuerpo en caída libre es igual a cinco veces el tiempo de vuelo al cuadrado. En símbolos podemos escribir:

$$\textit{Distancia recorrida} = 5 \times t^2$$

Es importante dejar en claro que esta expresión sólo es rigurosamente válida para un cuerpo que desciende a través del vacío. Cuando consideramos la resistencia del aire la situación de vuelve mucho más complicada, y la sencilla ley de galileo deja de ser aplicable. Sin embargo, en diversas situaciones de interés práctico, podemos hacer caso omiso de estas complicaciones. ¿Cuál es el significado físico de la ley de Galileo? Pues bien, ella nos dice simplemente que durante el primer segundo, un cuerpo en caída libre recorrerá una distancia de 5 metros; luego de dos segundos la distancia será de 20 metros; después de 3 segundos habrá recorrido 45 metros, y así sucesivamente.

Pero existe otro aspecto de la ley de Galileo que reviste un gran interés porque parece desafiar al sentido común: el comportamiento de un cuerpo en caída libre es independiente de su masa. Para expresarlo en términos un poco más dramáticos, en ausencia de un medio que oponga resistencia a la caída (como el aire), su suegra y una pluma descenderían del mismo modo. Por tanto, si su suegra y la pluma fueran soltadas en forma simultánea desde una misma altura, descenderían una al lado de la otra. Si no le agrada imaginar a su suegra volando por los aires como una grácil pluma, puede pensar en cualquier otra cosa. Lo importante es dejar en claro que la masa no incide en la forma en que los cuerpos caen a través del vacío. A lo largo de la historia, grandes intelectos desplegaron lo mejor de sus capacidades para descubrir la ley que gobierna la caída de los cuerpos, pero la solución del enigma estaba reservada al genio de Galileo.

Quizá usted se pregunte ¿dónde podemos encontrar un lugar adecuado para poner a prueba la audaz hipótesis de Galileo? Por fortuna existe un lugar muy apropiado aunque un poco desolado y distante: nuestro satélite natural, la Luna. De hecho, uno de los astronautas de las misiones Apollo, llevó consigo una pluma y un martillo y los dejó caer en forma simultánea desde la misma altura. Lo que observó confirmó plenamente la ley enunciada por el gran científico florentino. Galileo estaba en lo cierto.

Dejemos ahora el inhóspito clima lunar, y regresemos a nuestro planeta para discutir cuestiones más pedestres, aunque no menos atractivas. ¿Qué distancia recorre el billete durante el lapso de tiempo que nuestro oponente demora en cerrar sus dedos? Como mencionamos antes, el tiempo promedio de reacción de una persona es del orden de 1/5 de segundo. Luego, reemplazando este valor en la ley de Galileo resulta,

$$\textit{Distancia recorrida} = 5 \times \frac{1}{5^2}\,\textit{metro} = \frac{1}{5}\,\textit{metro} = 0{,}2\,\textit{metros} = 20\ \textit{centímetros}$$

Este resultado confirma lo que habíamos anticipado, pues, aun cuando se trata de una longitud bastante pequeña, equivale aproximadamente a dos veces la distancia entre el centro del billete y su parte superior. En otras palabras, nuestro dinero estará bastante lejos del alcance de nuestro adversario cuando éste consiga cerrar sus dedos. Se concluye, por tanto, que nuestro incauto apostador deberá desembolsar un billete que al menos servirá para comprarnos un helado... y todo gracias al gran Galileo.

Naturalmente, un lector atento que haya leído detenidamente este artículo podría objetar mis razonamientos arguyendo que he omitido la resistencia del aire pues, como todos sabemos, un billete que sea soltado en la forma que he descrito caerá planeando suavemente, lo que podría dar a nuestro oponente tiempo más que suficiente para reaccionar y atrapar nuestro preciado dinero. Aun cuando la objeción es justa, no afecta para nada el resultado de la apuesta porque durante los 0,2 segundos que el incauto demora en reaccionar, el billete se comporta aproximadamente como un cuerpo en caída libre. Si tiene dudas al respecto, sólo tiene que comprobarlo por usted mismo, y descubrirá con júbilo que su dinero está a salvo, y la ganancia cien por ciento garantizada.

¿Quieres saber más?

Cuando un cuerpo se mueve en línea recta y con rapidez constante, la distancia *d* que recorre está dada por el producto de entre su rapidez *v* y el tiempo *t* empleado en su viaje,

$$d = v \times t \tag{1}$$

La distancia recorrida también puede calcularse como al área bajo la gráfica *v-t*. Sin embargo, cuando la rapidez varía a través del tiempo, la relación (1) deja de ser válida, pero la distancia recorrida aún puede obtenerse a partir del área bajo la gráfica *v-t*.

Consideremos ahora la siguiente gráfica que representa a un cuerpo que se mueve en línea recta con aceleración constante. Supongamos que el cuerpo viaja durante un lapso de tiempo *t*, comenzando su movimiento con rapidez inicial v_o hasta alcanzar una rapidez final *v*,

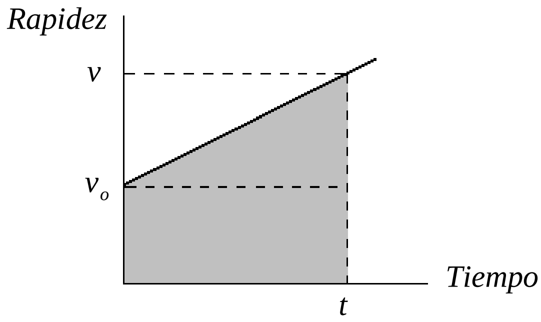

Figura 2. Gráfica v-t de un cuerpo que se desplaza en línea recta con aceleración constante.

Para encontrar la distancia recorrida *d* vamos a calcular el área bajo la gráfica *v-t* Como resulta evidente a partir de la figura 2, el área (zona gris) puede ser dividida en dos regiones. La primera corresponde a un rectángulo de altura v_o y base *t*, y la segunda es un triángulo de altura $v - v_o$ y base *t*. Por lo tanto, la distancia recorrida vendrá dada por,

$$d = \textit{área rectángulo} + \textit{área triángulo} = v_o \times t + \frac{1}{2}(v - v_o) \times t \tag{2}$$

Por otra parte, sabemos que la aceleración de un cuerpo se define como el cambio en su rapidez dividido entre el lapso de tiempo correspondiente. En nuestro caso la aceleración será,

$$a = \frac{v - v_o}{t} \tag{3}$$

Por lo tanto,

$$v - v_o = a \times t \qquad (4)$$

Reemplazando (4) en (3) resulta,

$$d = v_o \times t + \frac{1}{2} a \times t \times t = v_o \times t + \frac{1}{2} a \times t^2 \qquad (5)$$

Consideremos un objeto cualquiera que es soltado desde el reposo (v_o = 0) a una cierta altura sobre la superficie terrestre. Si aproximamos la aceleración de gravedad al valor $10 m/s^2$, la ecuación (5) queda como,

$$d = \frac{1}{2} 10 \times t^2 = 5 \times t^2 \qquad (6)$$

Esta es la ley de caída libre de Galileo, donde el resultado estará expresado en metros siempre que el tiempo esté dado en segundos.

Jorge Pinochet I.
Licenciado en Física, Universidad Católica de Chile