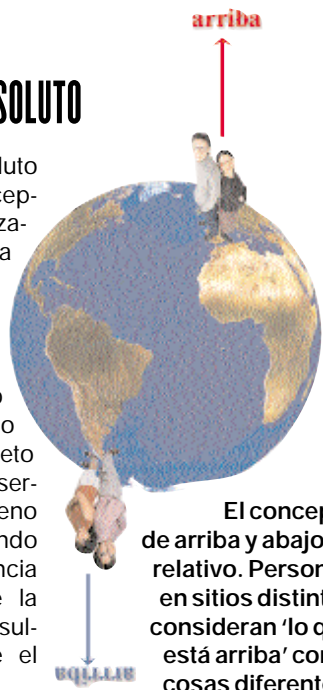


# RELATIVIDAD Y SIMULTANEIDAD

## RELATIVO vs ABSOLUTO

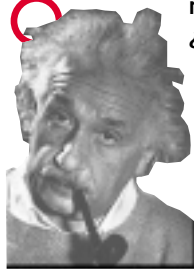
Relativo y absoluto son dos conceptos que utilizamos en nuestra vida cotidiana. Nos referimos a lo primero cuando la percepción de un suceso depende del punto de vista del sujeto que realiza la observación. Un fenómeno es absoluto cuando con independencia de quien realice la observación, el resultado es siempre el mismo.



El concepto de arriba y abajo es relativo. Personas en sitios distintos consideran 'lo que está arriba' como cosas diferentes.

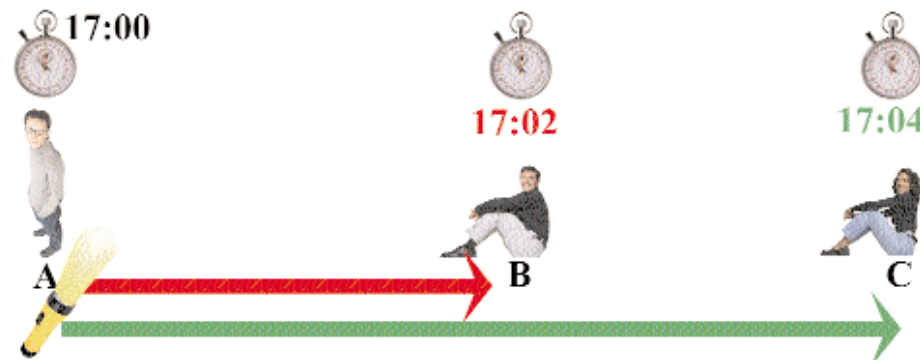
## DEFINICIONES OPERACIONALES

Einstein se esforzó en elaborar definiciones operacionales de las magnitudes esenciales de la Física: el tiempo y el espacio. Las definiciones operacionales son aquellas en las que lejos de reflexionar sobre un concepto, señalan que es una magnitud dando el procedimiento para poder medirla. Einstein no definió lo que era el tiempo. En su lugar proporcionó un método preciso de cómo saber cuándo dos sucesos son simultáneos. Definía de este modo algo tan fundamental como el tiempo.



## SIMULTANEIDAD

Para Einstein, la mayoría de las mediciones del tiempo se refieren al concepto de simultaneidad y lo que entendemos por ello. Según sus propias palabras: "Hemos de tener en cuenta que todas las afirmaciones que hacemos en las que se hace uso del tiempo son siempre afirmaciones sobre sucesos simultáneos. Por ejemplo, cuando digo 'este tren llega aquí a las siete en punto' quiero decir algo parecido a esto: 'La llegada de la manecilla pequeña de mi reloj a las siete y la llegada del tren son sucesos simultáneos'".



La pregunta de Einstein fue: si en el punto A tiene lugar un fenómeno, pongamos por caso el destello de una linterna, ¿a qué hora se produce tal destello? Si el observador y el reloj están en el mismo lugar, A, la simultaneidad del suceso no tiene ambigüedad. Pero para observadores distantes de la linterna, B y C, la luz tarda un tiempo en llegar a ellos. Tenemos pues tres observadores y tres horas distintas para el mismo suceso. Puede pensarse que se podría utilizar un sistema más rápido de transmisión del mensaje. Pero la luz es el fenómeno que se propaga a mayor velocidad y no existe fenómeno instantáneo. Sólo un sistema de transmisión instantáneo eliminaría la ambigüedad. Por tanto, la ambigüedad siempre existirá.

En 1905, Albert Einstein publicó un breve artículo en los 'Annalen der Physik' titulado 'Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento'. En él quedó recogida la que sería una de las teorías más revolucionarias del siglo XX y de toda la historia de la Ciencia. Con el paso del tiempo se conoció como la 'Teoría de la Relatividad Especial' y con ella se resolvieron algunos de los grandes problemas en los que el mundo de la Física estaba enredado. La existencia del misterioso éter que nadie encontraba, y del que te hemos venido hablando en las últimas semanas, sencillamente dejó de plantearse como problema. Einstein acabó con él.

por Lolita Brain

## EL PRINCIPIO DE LA RELATIVIDAD GALILEANO

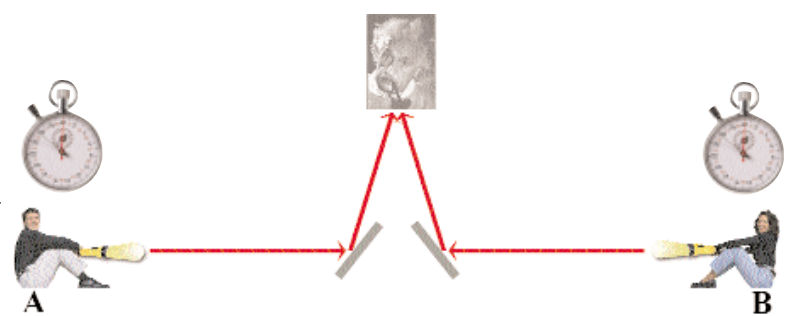
Galileo Galilei enunció ya en el siglo XVII un Principio de Relatividad para la Mecánica aceptado por todos los físicos. Este principio señala que las leyes del movimiento de los cuerpos son las mismas en los sistemas que se encuentran en reposo o que están animados de un movimiento rectilíneo no acelerado. El principio recoge la imposibilidad de detectar, mediante la observación del movimiento de los cuerpos, si estamos en reposo o si nos movemos a lo largo de una recta con velocidad constante.



El principio de relatividad galileano nos dice que las leyes de la mecánica son las mismas para el observador en el terraplén que para el que viaja en el tren a velocidad constante y en línea recta. Pero ello no significa que sus mediciones sean las mismas.



El observador del terraplén ve que una pelota que bota en el vagón recorre una trayectoria parabólica en cada bote, ya que el tren se mueve a la vez que la pelota bota. En cambio, el observador en el vagón observa que la pelota bota verticalmente como si estuviera botando en un lugar en reposo. ¿Cuál es el movimiento verdadero? Esta pregunta tiene tan poco sentido como preguntar ¿qué es arriba y abajo en la Tierra? Depende de quien lo observe. Es un suceso relativo.



El observador Einstein se haya separado a la misma distancia de los observadores A y B. Mediante un sistema de espejos cuando un fenómeno tiene lugar A y B envían una señal con la linterna. Si el observador Einstein ve las señales luminosas a la misma vez A y B están sincronizados.

## LA SIMULTANEIDAD PARA OBSERVADORES EN REPOSO

Para definir la simultaneidad, o lo que es lo mismo, para sincronizar los relojes de dos observadores, Einstein distingue dos casos distintos. El más sencillo es la situación en la que ambos observadores, A y B, se encuentran en reposo. Situado el verificador Einstein a la misma distancia de ambos, cuando los relojes de cada uno de los observadores están en punto, emiten una señal luminosa que se refleja en dos espejos, de modo que Einstein puede ver simultáneamente ambas señales. Si éstas llegan a la vez, los relojes de A y de B estarán sincronizados. En otro caso se realizan los ajustes en sus relojes hasta conseguir la sincronía buscada. Esto genera lo que Einstein llamó un sistema común de tiempos. El caso en el que algún observador estuviera en movimiento es más complicado y lleva consigo algunos de los misterios de la Relatividad que dejaremos para futuras láminas.