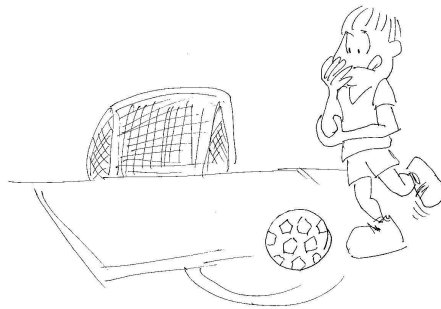


LA TEORÍA DE LA IRRELATIVIDAD

A lo mejor sí que podemos entender la teoría de la relatividad de Einstein. No en profundidad, por supuesto, no como la tienen que entender los científicos. Simplemente, igual que entendemos tantas otras cosas que aceptamos y nos resultan comprensibles. Veamos.

A balón parado

¿Qué le pasa a un balón de fútbol si está ahí, en mitad del campo, y nadie le da una patada? Que no se mueve, que está quieto. Para que se mueva, para que inicie una trayectoria en el espacio-tiempo, es necesario que alguien chute. Esto lo entendemos todos.



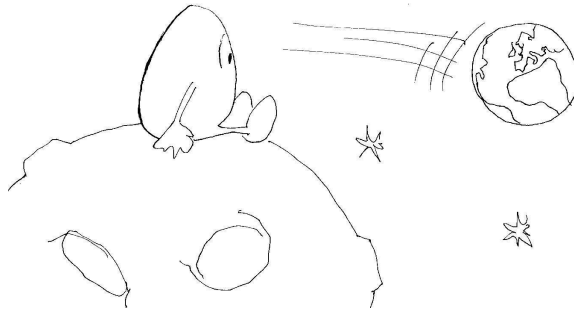
Por eso, los antiguos, como expresó Aristóteles, pensaban que el estado natural de todas las cosas era el reposo. O sea, pensaban que, siempre que algo estaba en movimiento era porque algo lo había “empujado”, una determinada fuerza o energía, lo había puesto en movimiento. Pero, por sí solos, los cuerpos no cambian de estado, y por eso se están quietos, tienden al descanso, a su estado natural, que es el reposo.



Creo que fue Galileo quien demostró que, en realidad, esto no es exactamente así: una vez que un cuerpo ha empezado a moverse porque ha habido una fuerza que lo ha “empujado”, ya no pararía de moverse jamás, a no ser que haya otra fuerza que lo pare. Si la canica que hemos disparado con nuestro dedo por un suelo sin pendiente, al final se para, es porque, mientras se desplaza por el suelo, está sufriendo una fuerza que se opone a mi empujón: el rozamiento. Por eso, cuanto más rugosa es la superficie sobre la que se desliza, menos tarda en pararse, y cuanto más lisa, más velocidad coge, más distancia recorre, y más parece que no se va a parar nunca... aunque al final, siempre se para. Cosa que no le ocurre al astronauta de las películas que se separa de la nave y, para su desgracia, continúa desplazándose a la misma velocidad, en movimiento rectilíneo y uniforme, por toda la eternidad. O hasta que se choque con un asteroide. Esto, en realidad, también lo entendemos. Los estados naturales de un cuerpo son el reposo y/o el movimiento rectilíneo y uniforme.

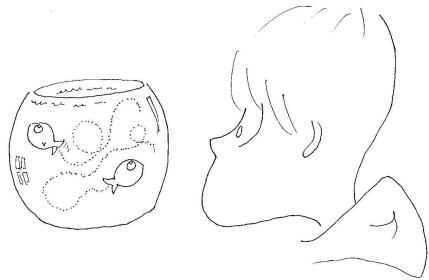


Ahora bien: ese balón que parece parado en mitad del campo de fútbol, en realidad, viaja con el campo y con el planeta tierra, que se mueve a velocidad uniforme. Que un cuerpo esté parado (en reposo) o en movimiento, depende de la posición del observador. Esto también lo entendemos todos. Para los que estamos en ese campo de fútbol con la pelota delante, quieta, sin que nadie la toque, la pelota está en reposo. Pero, para un extraterrestre que estuviera observando la pelota desde fuera de la Tierra, vería que la pelota se mueve a unos 30 kilómetros por segundo, o sea, a unos 108.000 kms./h., porque la pelota viaja dentro de la nave tierra. Sí, todos, en todo momento, estamos moviéndonos a unos 108.000 kms./h... alrededor del Sol.

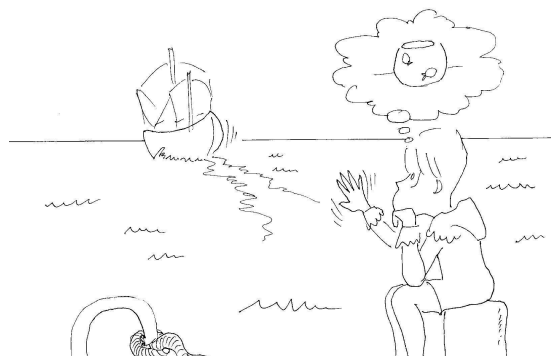


Los peces en la pecera

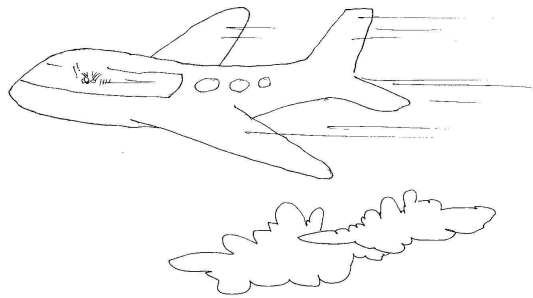
Yo creo que esto también lo entendemos todos más o menos bien: no solo el estado de un cuerpo (reposo o movimiento), sino también su trayectoria y su velocidad, dependen del observador. Pondré el mismo ejemplo que creo que ponía Galileo: supongamos que estamos dentro de una habitación en la que hay una pecera, y nos dedicamos a observar los movimientos de los peces dentro de la pecera. Para nosotros, los peces se moverán despacito, para arriba, para abajo, de un lado al otro, siempre sin avanzar más allá de la pecera.



Pero, ¿y si en lugar de estar en una habitación estamos en un camarote de un barco que se va alejando poco a poco del puerto? Entonces, para nosotros los que estamos dentro del camarote, los movimientos y la distancia que recorren los peces son los mismos que si hubiéramos estado “quietos” dentro de una habitación. Pero, para el que se ha quedado en el muelle, si pudieran visualizarlos, los movimientos de los peces trazarían un ondulante alejamiento del puerto...

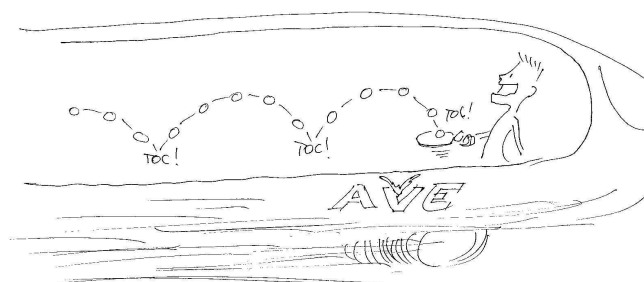


Hoy día, este razonamiento puede entenderse de manera aún más impactante si, en lugar de hablar de barcos, hablamos de aviones. ¿Puede una mosca volar a 1.000 kilómetros por hora? Sí, y yo la he visto. En un viaje transatlántico, una mosca se coló dentro del avión. Cuando volaba de un asiento a otro, sus movimientos nos resultaban normales para todos los pasajeros pero, cada vez que saltaba de un asiento a otro, para los que estaban en tierra, esa mosca volaba a 1.000 kms./h. sobre el océano.



Más aún: cuando, en el avión, me levanto de mi asiento y camino hacia el baño, ando a 1.000 kms./ h. sobre el atlántico. Y, si doy un saltito, mega pulverizo el récord mundial de salto de longitud.

Otro curioso ejemplo: si cojo una raqueta y una pelota de ping pong y empiezo a darle empujoncitos hacia arriba, dejando que caiga una y otra vez: toc – toc – toc – toc – toc – toc... para mí la pelota sube y baja, siempre sobre el mismo espacio, a una velocidad de, pongamos por ejemplo, dos tocs por segundo. Para quien esté frente a mí, igual. Pero, ¿y si estamos dentro de un vagón del AVE que viaja a 300 kms./h? Para mí y para los que están conmigo en el vagón, nada cambia. Pero, para el que me viera desde el andén de la estación por la que el tren pasa a toda velocidad, mi pelota estaría describiendo arcos amplísimos, avanzando a 300 kms./h.



Aunque nos empezamos a poner un poco nerviosos, hasta aquí, más o menos todos lo entendemos: la velocidad a la que nos movemos, y el espacio que ocupamos y por el que nos desplazamos, no son absolutos, son relativos. Son relativos porque dependen de la posición del observador: dentro del tren, la pelota sube y baja, desde afuera del tren, la pelota traza largos arcos; desde dentro del avión, la mosca vuela normal, desde fuera del avión, la mosca va a mil kilómetros por hora; dentro de la tierra, la pelota está parada, desde fuera del planeta, la pelota viaja a más de 100.000 kms./h.

El toc toc eterno

La velocidad y el espacio son relativos. Esto lo comprendemos. Esto no lo dijo Einstein. Lo expusieron y desarrollaron sobre todo Galileo y Newton. Y no nos cuesta mucho comprenderlo. Lo entendemos. Ahora bien...

Como hemos dicho, todos entendemos que, cuando cojo la pelota y la raqueta de ping pong y me pongo a hacer toc, toc, toc, para mí la pelota sube y baja y rebota siempre en el mismo sitio, mientras que, para el que me ve pasar desde el andén, la pelota avanza a grandes saltos, a 300 kms./h., la velocidad del tren. Pero también entendemos que, entre toc y toc pasa el mismo tiempo para ambos, para los que están adentro y para los que están afuera del vagón, para todos. Varía el espacio, varía la velocidad, eso depende del observador, pero el tiempo... el tiempo, no. Entre toc y toc transcurre siempre el mismo tiempo, para los que viajamos en el tren y para los que nos ven pasar desde la estación. El tiempo es siempre el mismo. Es constante, es permanente, no depende, ni varía, según el observador. El tiempo no es relativo. El tiempo es absoluto. En eso coinciden Aristóteles, Galileo, Newton, nuestra intuición, nuestra experiencia, y nuestro entendimiento.

Según todo lo expuesto, si imaginamos una mosca que vuela desde la parte trasera de un vagón de un tren de 10 m. de largo, en línea recta, a una velocidad de 1 m. por segundo, comprendemos perfectamente que tardará 10 segundos en ir de una pared a otra. Así lo comprobaremos los que estemos viendo volar a esa mosca rectilínea dentro del vagón.



Y si imaginamos que ese mismo vagón, con esas misma mosca, se está moviendo en la misma dirección que ella a 0'5 m, por segundo, comprenderemos que, para los que estén fuera del vagón, al espacio recorrido por la mosca dentro del vagón, habrá que sumar el espacio recorrido por el tren, luego la mosca habrá recorrido 15 metros en 10 segundos, por tanto se habrá movido a una velocidad de 1'5 m. por segundo. No tan veloz como la que iba dentro de mi avión, pero un poco más rápido.

Y si en lugar de una mosca, imaginamos una bala que disparamos con una pistola desde el fondo hasta el frente del vagón... lo mismo. No vamos a dar más números. Pero todos entendemos que, aunque dada la elevadísima velocidad de la bala, en la práctica, en la vida normal, no apreciaríamos la diferencia, en la realidad, para los observadores de fuera del vagón que se moviese en la misma dirección de la bala, esa bala habría recorrido una distancia un pelín mayor que para los que están adentro, y se habría desplazado a una velocidad ligerísimamente superior comparados con el espacio y la velocidad apercibidos por los que estuvieran dentro del vagón



Pero... *¿y si lo que disparamos desde el fondo hasta el frente no es ni una mosca ni una bala, sino un haz de luz?* Un proyector de cine, por ejemplo.

Y aquí es donde llega el de la lengua fuera.

Antes de seguir adelante, hay que comprender que, para la teoría de la relatividad, la fórmula más intuitiva y fácil de comprender de todas sigue siendo válida (No esta: $E = mc^2$, sino esta: $V = E / T$. Que también se puede expresar así: $T = E / V$). Según esta fórmula, indiscutida, si recorro sesenta kilómetros a sesenta por hora, tardaré una hora. Y si, a la misma velocidad, sesenta por hora, recorro sesenta y un kilómetros, tardaré una hora y un minuto.

Pues lo que dice Einstein es que hay *una cosa que no depende ni varía del observador, sino que es siempre la misma, no es relativa, es absoluta, es una constante universal, y no es el tiempo: es la velocidad de la luz. La velocidad de la luz **NO** es relativa, por eso su teoría debería de llamarse Teoría de la Irrelatividad.*



Esto conlleva lo siguiente:

Supongamos que estoy dentro de un vagón que tiene 360.000 kms. de largo. Supongamos que encendemos un proyector de cine, desde la pared trasera del vagón hasta la pantalla, que está en la pared delantera.

Para mí, que estoy dentro del vagón, la luz tardará en un segundo en viajar desde el fondo hasta la parte frontal del vagón. Pero si ese tren se estuviera moviendo en la misma dirección, a la mitad de la velocidad de la luz, a 180.000 kms./h., para ti que estás fuera del vagón, y lo ves pasar desde el andén de la estación galáctica, la luz recorre 540.000 kms., porque a los 360.000 kms. del largo del vagón, le añades los 180.000 que se ha desplazado el tren.

Pero la luz no habrá ido más deprisa ni para ti, ni para mí, porque no se puede correr más. Entonces, obviamente, lo que pasará es que para ti la luz habrá tardado 1'5 segundos en ir desde el fondo al frente del vagón.

*Lo que para mí ha durado un segundo, para ti ha durado segundo y medio. Para mí: $T = 360.000 \text{ kms.} / 360.000 \text{ kms./s.}$, o sea, un segundo. Para ti: $T = 540.000 \text{ kms.} / 360.000 \text{ kms./s.}$, o sea, un segundo y medio. **El tiempo es relativo.** El tiempo, al igual que el espacio o la distancia recorrida, es relativo. La velocidad (de la luz), no.*

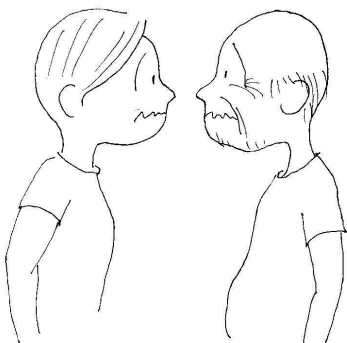
Igual que mi espacio dentro del vagón (la distancia que para mí recorre la luz, 360.000 kms,) es distinto de tu espacio fuera del vagón (la distancia que para ti recorre la luz, 540.000 kms.); tu tiempo, fuera del vagón (1'5 s.), es distinto de mi tiempo, dentro del

vagón (1s.). Cosa que no tendremos ocasión de comprobar, porque solo en cuestión de 1 segundo, un segundo y medio, nos habremos alejado 180.000 kms. el uno del otro.

Los gemelos

Ojo, esto no solo pasa cuando entra la luz en juego. En realidad, tu reloj y mi reloj, no están exactamente sincronizados, pero su desincronización es tan mega ultra infinitesimalísimamente pequeña, que no lo apreciamos.

Solo si nos moviésemos a velocidades cercanas a las de la luz, podríamos apercibir que tu reloj y mi reloj no van sincronizados. Es la paradoja de los gemelos. Si un gemelo se tirase dos años viajando a velocidades próximas a las de la luz, cuando volviese a la tierra, aquí habrían pasado veinte, y su hermano sería dieciocho años más viejo que él. El que se quedó en la tierra le diría a su hermano: ¿cómo has podido permanecer tan joven durante veinte años? El viajero le respondería: ¿cómo has podido envejecer tanto en dos años? Creo que los astronautas que fueron a la luna volvieron infinitesimalmente más jóvenes de lo que serían si se hubiesen quedado.



Pero los científicos, sí lo pueden apreciar, demostrar y calcular, no solo mirando al Cosmos, sino poniendo relojes perfectos en diferentes alturas del planeta (porque creo que la relatividad del tiempo no solo está en función de la velocidad), y estableciendo predicciones que, aplicando la teoría de la relatividad de Einstein resultan ser exactas, lo que no ocurre mediante las fórmulas newtonianas.

Y eso es todo: la teoría de la relatividad de Einstein, lo que dice es que la velocidad de la luz no es relativa, mientras que el tiempo, al igual que el espacio (o sea, el movimiento y la velocidad), sí que lo es. Bueno, que me disculpen los astrofísicos, ya sé que dice mil cosas más, como que el espacio es curvo, lo que hace que veamos estrellas que se quieren esconder detrás de planetas, y lo de la relatividad general y la especial... Pero

todo eso queda fuera de este intento de asimilar lo que más nos chirría a todos.

¿Te sigue chirriando? ¿Crees que no puedes comprender que el tiempo sea relativo? Reflexiona... en realidad, ¿sí que comprendemos que el espacio y la velocidad son relativos, o simplemente lo aceptamos porque lo hemos normalizado porque esa es nuestra experiencia cotidiana? ¿De verdad comprendemos la Ley de la Gravedad, o simplemente aceptamos con normalidad que las cosas pesadas caigan en lugar elevarse o quedarse flotando porque lo vivimos desde que nacemos?

Si comprendemos que no comprendemos nada, que solo normalizamos lo que experimentamos, comprenderemos que si no podemos llegar a aceptar e interiorizar la relatividad del tiempo es porque no la hemos experimentado ni la podremos experimentar jamás. Pero no es más incomprensible que la relatividad del espacio, de las distancias, las velocidades y todo lo demás. O no es menos aceptable. O es igualmente aceptable y comprensible. Si comprendemos, o por lo menos aceptamos e interiorizamos a Galileo y a Newton, también podemos comprender a Einstein: el tiempo es tan relativo como el movimiento, el espacio, y la velocidad siempre que sea inferior a la de la luz. Y ya está.