

## **Precisiones conceptuales sobre la Teoría de la Relatividad**

*Jesús Casado*

### **La mecánica clásica y la teoría de la relatividad**

El error y la confusión, a que pueden inducir algunos principios y postulados de la mecánica clásica -acertadamente desvelados por los físicos relativistas- condujeron a algunos al análisis erróneo de dichos principios y a unos enrevesados planteamientos, diseñados con el fin de dar con la solución adecuada. El primer error, y el más generalizado, se halla en la misma noción de relatividad, y consiste en considerar que un fenómeno o suceso puede ser distinto en función del cuerpo de referencia. Considero que se ha de entender la relatividad como el hecho de que un fenómeno o suceso puede dar lugar a más de un efecto distinto en su relación con diferentes cuerpos de referencia. Esta precisión puede parecer un gusto ocioso por la tautología, por la redundancia; pero, paso a paso, iremos viendo como esto no es así, y como la puntualización tiene sentido. La diferencia esencial entre ambas definiciones consiste -como ya habrá deducido fácilmente el lector- en que la segunda definición no considera, como parece hacer la primera, que el fenómeno o suceso sea distinto en función del cuerpo de referencia, sino que lo que puede ser algo distinto es el efecto, que origina al relacionarse dicho fenómeno con cada cuerpo de referencia. El efecto, al que me refiero, puede venir determinado por un proceso de medición de magnitudes, de percepción visual, de fuerza gravitacional, etc.

Esta diferencia esencial queda manifiesta en los distintos teoremas enunciados por la Teoría de la Relatividad; como, por ejemplo, los referidos a la adición de velocidades, al principio de simultaneidad, al principio de equivalencia, al acortamiento del tiempo, al concepto de trayectoria, etc. Comentaré algunos de estos teoremas, en los que el error del análisis se halla más nítidamente desvelado.

### **El principio de simultaneidad**

El hecho de no haber acertado a hacer la distinción entre el suceso y la percepción del suceso -es decir entre lo que es el fenómeno mismo y lo que es otro factor completamente diferente (uno de los efectos posibles de dicho fenómeno) como es el que representa la percepción o medición por un cuerpo de referencia hizo negar a algunos el concepto de simultaneidad. Parece fuera de toda duda que una cosa es el suceso, y otra muy distinta la

percepción de dicho suceso (la llegada de la noticia, el efecto que produce, etc.). Esta percepción puede presentar una aparente alteración del propio suceso o una desviación, más o menos significativa, cronológica o de ubicación respecto a dicho suceso.

Si aplicamos correctamente esta distinción, parece claro que la simultaneidad entre dos o más sucesos existe; si bien la percepción o medición de estos fenómenos pueden ser relativos (es decir, no simultáneos) en relación con el momento en que se originan dichos sucesos. Esta diferenciación nos induce a indagar, si dos o más sucesos son simultáneos (es decir, si se producen en el mismo instante temporal) con relación a ellos mismos o con relación a otros cuerpos de referencia distintos a ellos; o si existe una determinada diferencia temporal entre la generación de ambos fenómenos o entre la generación de estos y su percepción o medición por parte de otros cuerpos de referencia. Nuestro sistema habitual de medida nos permite saber si dos sucesos son simultáneos, independientemente de que nuestra percepción o nuestra medición nos muestre lo contrario. Por ejemplo, si conocemos la velocidad a la que se desplaza el sonido en un medio determinado, y si conocemos además a que distancia se encuentran dos cuerpos de referencia de dos señales acústicas, que se manifiestan como simultáneas para uno de dichos cuerpos, pero no para el otro, resulta factible llegar a conocer si ambas señales son o no son realmente simultáneas. En el supuesto de que alguno de los cuatro elementos, o los cuatro a la vez, estuvieran desplazándose, únicamente habría que precisar el dato de la distancia, en función de la velocidad y de la dirección del desplazamiento de cada uno, referido siempre a un instante<sup>1</sup> determinado.

### **El concepto de trayectoria**

Otro claro ejemplo de esta falta de distinción lo encontramos en la interpretación que la Teoría de la Relatividad lleva a cabo sobre el fenómeno de la trayectoria, que los cuerpos describen en su desplazamiento. Según palabras del propio Einstein “en rigor no existe una trayectoria, sino sólo una trayectoria con relación a un cuerpo de referencia determinado”. A mi modo de ver, sí que existe en rigor una trayectoria. Otra cuestión bien distinta es que - como en el caso precedente- la percepción o medición de esa trayectoria sea relativa; es decir que varíe en función del cuerpo de referencia. De hecho esta evidencia se manifiesta en el ejemplo, que se suele exponer precisamente para demostrar lo contrario. No cabe duda de que la trayectoria de una piedra, que se deja caer a la vía desde la ventanilla de un vagón de ferrocarril, que lleva una marcha uniforme, viene determinada por dos leyes físicas:

---

1 Más adelante se puede encontrar mayor información sobre este término.

a) Los cuerpos son atraídos por otros de mayor masa, dentro de su campo gravitacional, siempre en línea recta, perpendicular al centro de la masa. Por lo tanto, todos los cuerpos, que se hayan sometidos a una única fuerza de atracción gravitacional, muestran en su desplazamiento esta forma de trayectoria.

Puede darse el caso de que, en el ámbito de dimensiones gigantescas, dicha trayectoria no corresponda en realidad a una recta (como parecía ser la opinión de Einstein) sino a una geodésica. Pero en este caso, se trataría igualmente de una trayectoria.

b) Un cuerpo que es soportado por otro, que se desplaza a una determinada velocidad, recibe una fuerza de aceleración, que se manifiesta cuando deja de ser soportado.

Así pues, la trayectoria de la piedra vendrá definida por la desviación que la velocidad del tren, aplicada como fuerza de aceleración sobre la piedra, produzca en la línea recta de la atracción gravitacional.

Ahora bien -como ya he comentado antes- un fenómeno algo diferente puede ser el modo en que dos o más personas (el individuo que arroja la piedra o el que se encuentra junto al terraplén, al borde de la vía), perciben la forma de la trayectoria, que dicha piedra describe. Por lo tanto, si esto es así, lo que cambia, lo que es relativo, no son las diferentes trayectorias, sino la percepción o el efecto que causan, según sea el cuerpo de referencia. Esta distinción nos induce a verificar si la trayectoria, que describe un cuerpo, tiene forma recta o curva en función de las propias características de su desplazamiento, o si dicha forma viene determinada por la manera como la percibimos, o por el efecto que produce sobre otro cuerpo de referencia.

### **La adición de velocidades**

No hay duda de que un elemento (A), que se desplaza al mismo tiempo que es desplazado por otro elemento (B), que se mueve a más velocidad, tarda en realizar un recorrido determinado (D) en menos tiempo que si permaneciera inmóvil sobre el elemento que lo soporta. Pero es igualmente indudable que es un error considerar que la disminución de tiempo del primer elemento A, respecto al espacio recorrido D, se debe a un aumento notable de su velocidad; cuando lo cierto es que la velocidad de ambos elementos son independientes (salvo por el limitado efecto de la aceleración, que ejerce el elemento transportador B sobre el transportado A) y, por lo tanto, no se suman en el sentido de que se origine un aumento de la velocidad del primer elemento A. Esta disminución de tiempo en el espacio recorrido no significa, pues, un aumento de la velocidad del cuerpo A, sino una facultad física del desplazamiento de los cuerpos asociados, por la que el tiempo empleado por el elemento A,

para recorrer el espacio delimitado por el elemento B, que lo soporta, es restado del tiempo empleado por el elemento B, para recorrer ese mismo espacio o distancia D. Es esta resta, y no el aumento de su velocidad, lo que reduce el tiempo de A en recorrer la distancia D.

Una clara evidencia de que las velocidades de ambos elementos son independientes la hallamos en el hecho de que el elemento B, que soporta al elemento A, siempre tiene que ir más rápido que éste; pues de no ser así, la suma de ambas velocidades -aún cuando matemáticamente es posible- no viene a dar como resultado la disminución del tiempo empleado por A en recorrer el trayecto completo de D, en base a que el elemento A haya adquirido una velocidad superior; sino que dicha disminución corresponde a la resta de la cantidad de espacio que B se encarga de recorrer por A; por lo que la reducción no se manifiesta durante todo el recorrido, sino sólo durante el tiempo que A emplea en sobrepasar el espacio delimitado por B, tras el que deja de ser soportado por éste. En los diferentes ejemplos, que se exponen con el fin de ilustrar algunos de los argumentos que sustentan la Teoría de la Relatividad, suele añadirse un tercer elemento (C). Este tercer elemento sale de A, o es emitido por A, en un momento determinado, a partir del cual pasa a ser independiente tanto de A como de B (una luz, un sonido, una piedra, etc.). En estas circunstancias, el elemento C, al no estar soportado o trasladado ni por el elemento B, ni por el elemento A, el tiempo, que tarda en recorrer esa misma distancia D, depende única y exclusivamente de su propia e independiente velocidad de desplazamiento.

### **La ley de propagación de la luz**

El perseverar en esa defectuosa interpretación forzó a los teóricos a elaborar una compleja argumentación matemática, que se sustentaba en el principio de la ley de propagación de la luz. En la actualidad es sobradamente conocido que la velocidad de la luz varía dependiendo del medio en que se propague. Pero, independientemente de esto, incluso en aquellas circunstancias en que la velocidad de la luz es constante (como cuando se propaga en el vacío), ésta experimenta el mismo fenómeno que se da en la adición de velocidades, que acabamos de estudiar. Como sucede con cualquier otro elemento soportado, la velocidad de la luz no aumenta (como acertadamente supieron determinar los teóricos relativistas); pero esta invariabilidad no se debe a la imposibilidad de la luz para modificar su velocidad. Como ocurre con cualquier otro elemento soportado, el espacio que necesita recorrer la luz podría disminuir (y por lo tanto el tiempo que necesita invertir para cubrirlo), si existiese algún

elemento soporte, que pudiese cruzar dicho espacio transportando con él las ondas electromagnéticas.

Lo que sí que es indudable que sucede es que, aún siendo en ambos casos idéntica la velocidad de la luz, el espacio que recorre es mayor o menor (y por lo tanto el tiempo invertido) en función de la velocidad con que el cuerpo emisor de ondas es transportado por otro elemento que también se desplaza. Por no sé que extrañas lucubraciones, filósofos como Bertrand Russell vienen a caer en errores tan elementales como el de que, dada la constante velocidad de la luz, al cabo de un segundo la distancia entre la luz y otro elemento (que se desplaza por ejemplo a 100 Kms. por segundo), supuesto que hubieran partido desde un mismo punto en direcciones opuestas, sería -según sus previsiones- de 300.000 kms. y no de 300.100. Intuyo que el no haber advertido que ambas cantidades son independientes, aún cuando pueden ser sumadas para medir, no la velocidad, sino la distancia, le lleva a la peregrina conclusión de que es imposible que la luz recorra en un segundo más distancia que 300.000 kms. Pero, según el filósofo “sólo hay una manera de explicar estos hechos, y es suponer que los relojes se ven afectados por el movimiento”.

### **El retraso y la dilatación del tiempo**

El problema de cometer un error en los primeros cálculos, en las primeras conclusiones lógicas, es que con frecuencia uno se ve en la necesidad de asumir un error mucho más grande, para tratar de encajar dentro de la nueva teoría un fenómeno, que la contradice con elemental evidencia. Eso es -a mi modo de ver- lo que sucede en relación con la paradójica alteración del tiempo.

Haciendo uso del mismo ejemplo de antes, y siguiendo sus mismos razonamientos lógicos, nos encontramos con que si aceptamos que la distancia, que se ha generado entre los dos elementos, es mayor que esos 300.000 kms. que puede recorrer la luz en un segundo, parece claro que la medición de tiempo, que hemos realizado, ha sufrido una demora, dado que si la luz ha recorrido 300.100 kms., por lógica el reloj tendría que haber marcado algunas milésimas más de un segundo. El caso contrario se da cuando ambos elementos se desplazan en dirección hacia un mismo punto. Si la distancia recorrida por la luz, cuando ambos elementos coinciden en dicho punto, correspondiese a 999.900 kms., y no a los 300.000 en que las ondas electromagnéticas se desplazan, quedaría claro que es el reloj el que se ha adelantado, dado que está registrando un segundo para tan sólo 999.900 kms.; cuando de ser este el caso debería de estar marcando unas milésimas menos. La razón de que el reloj no haya marcado la hora real, se debe, según este planteamiento, no -como sería lógico- al

acortamiento o alargamiento de la distancia, que, al contrario de lo que sucede con la velocidad, sí es susceptible de ser aumentada o reducida, sino a la alteración que el tiempo experimenta con el movimiento, y en particular con las velocidades muy altas.

Esta conclusión tan peregrina les sitúa en el brete de tener que explicar cuales son las leyes físicas, que rigen este curioso fenómeno de la alteración del tiempo. Dichas explicaciones son realmente pintorescas; pero, en esta ocasión, no me voy a limitar a llevar a cabo una serie de precisiones sobre ellas. Tomaré la iniciativa de coger el toro por los cuernos y trataré de exponer, lo más claramente que me sea posible, mis propias opiniones a cerca de los tres elementos básicos de la Teoría de la Relatividad: El tiempo, el espacio y el movimiento.

### **El tiempo**

El que la velocidad de la luz sea igual para diferentes marcos de referencia inercial, independientemente de que se hallen en reposo o en movimiento, implica que a esa velocidad constante la luz necesita más o menos tiempo para recorrer distancias mayores o menores. Así pues, ni el reloj, ni la luz alteran su velocidad. Lo que sucede es, simplemente, que el reloj señala, detecta, esta variación de distancia. Aún cuando muchos parecen confundir el tiempo con el reloj, lo cierto es que el reloj no es el tiempo, sino una forma determinada de tiempo; del mismo modo que el metro o el kilómetro nos es la distancia, sino una forma, un trozo, determinado de distancia.

Es por esta razón por lo que el hecho de que se altere la marcha del mecanismo de un reloj, merced a la influencia de una fuerza gravitacional, no significa necesariamente que otro mecanismo (por ejemplo, nuestro tejido celular) se vea así mismo afectado, de la misma forma y en la misma proporción. En razón a éste convencimiento, cabría preguntarse entonces... ¿qué es el tiempo?

Todo suceso, todo fenómeno, todo cambio, es aprehendido por la mente humana bajo dos factores, que describen cualidades intrínsecas de ellos. Uno se refiere a la forma, a la manera en que dichos fenómenos o cambios se producen. El otro determina su duración. Este factor denota, como ha quedado dicho, una cualidad consubstancial a los sucesos, a los cambios (sean del tipo que sean). Dado lo complejo que resulta el hecho de que cada suceso, cada cambio, disfrute de su propia y esencial duración, el lenguaje humano, con el fin de facilitarnos la labor, las ha agrupado bajo un único término: tiempo.

El tiempo es, pues, la categoría mental del proceso de mutación de la realidad; es decir, el concepto, la idea, que refleja el periodo de dicha mutación, tanto si es enunciada de forma

genérica (cómo pasa el tiempo) como si lo es de manera concreta o particular (cuanto dura o cuanto tiempo se tarda). El movimiento, los sucesos, las variaciones, los fenómenos, etc. suelen tener lugar mediante una serie sucesiva de pautas. Cualquier tipo de cambio puede ser percibido por la mente humana a través de sus fases. Aún cuando la mayoría de las modificaciones son lineales -es decir, se producen sin interrupción ciertas apariencias bien definidas nos permiten identificar y clasificar etapas concretas de dichos cambios. Esta sucesión de estados queda reflejada en el conocimiento mediante una representación mental, de significado genérico o particular, a la que denominamos tiempo.

El tiempo no es, por tanto, algo real, algo que exista como cosa independiente de la propia realidad del cambio. Sino que es -como vengo diciendo- la idea que forja nuestro cerebro a partir de esa sucesión de fases, que nuestra aprehensión tiende a discriminar en todo acontecimiento periódico. La astrofísica moderna (a la que ha contribuido decisivamente la Teoría de la Relatividad de Einstein) basa algunos de sus fundamentos teóricos en el binomio espacio-tiempo, como una unidad indivisible. A la luz de mis pesquisas, la idea del tiempo, como una cuarta dimensión, parece más un producto de ciencia-ficción que algo que debamos de considerar seriamente como una aportación científica. Se da el hecho de que al ser el tiempo un mero concepto mental del sujeto, carece de propiedades físicas en sí mismo. Otra cosa bien distinta es que existan en la realidad cambios, procesos, fenómenos, mutaciones... que sí poseen estas cualidades.

Cuando utilizamos algún sistema concreto para medir el tiempo, lo que hacemos es aplicar un proceso de cambio con una determinada frecuencia (el método empleado) a otro proceso de cambio, con su frecuencia determinada (lo que se desea medir). Tomando como ejemplo el proceso de cambio que tiene lugar en el organismo del ser humano, lo que nos permite conocer el estado aproximado, en que se encuentra dicho cambio (es decir su edad), es otro proceso de cambio más fácil de percibir y catalogar como es el transcurso más o menos regular de los años, que no es otra cosa que la suma de una cantidad determinada de días, lo que representa la serie ininterrumpida de vueltas que la tierra da sobre sí misma y alrededor del sol. El tiempo, como sistema horario de medida, viene a significar algo semejante a lo que vengo diciendo. El reloj, ya sea de arena, de sol, mecánico, electrónico, etc. es un instrumento que produce, mediante una cadencia determinada, una serie sucesiva de fases de cambio. Por esta razón, tanto el cambio que se produce al pasar la arena de un recipiente a otro, reflejado en el volumen de arena de ambos recipientes, como la modificación en la posición del sol, que incide en la barra que proyecta la sombra, como las pautas de movimiento del conjunto de elementos mecánicos, protagonizados por el recorrido de dos agujas en una esfera, sirven

todos ellos como sistemas comparativos de medición de aquellos otros cambios menos perceptibles y distinguibles. Para entendernos mejor entre nosotros, los seres humanos utilizamos, con el fin de reconocer distancias (de difícil comprensión por carecer de puntos de referencias comunes), unidades de longitud, que no son en definitiva más que trozos seleccionados previamente de distancia, perfectamente asimilables por todos. Si digo, por ejemplo, que acabo de comprar un terreno, que tiene de largo como de mi casa a la tienda de ultramarinos, es bien seguro que, aún cuando no esté cometiendo ningún error de medida, la mayoría de mis interlocutores se quedarán sin saber a ciencia cierta a qué distancia me estoy refiriendo. Pero, si utilizo una distancia concreta, conocida por todos (el metro, por ejemplo) y la aplico tantas veces sea necesario para cubrir la distancia que deseo explicar, sin duda, todo el mundo se hará una idea muy aproximada del tamaño del terreno que acabo de comprar. De igual forma sucede con respecto al cambio. Es ciertamente difícil precisar, por ejemplo, en qué estado de su transformación orgánica se encuentra una persona, si no recurrimos a una unidad de medida más simple y evidente que contar el número de canas o analizar la profundidad de sus arrugas. Así mismo, nos resultaría bastante más complicado concertar una entrevista con una persona en un lugar concreto en el momento en que el sol se encuentre en los 45° de la bóveda del cielo o cuando la sombra de la esquina, donde hemos concertado la cita, mida sobre el suelo, desde el pie de la pared, 40 cms., que recurriendo a ese sistema de cambio más simple, uniforme y genérico como el que producen las manillas de un reloj.

Tengamos en cuenta que el cuerpo de referencia, que utilizamos en la actualidad para medir porciones pequeñas de tiempo, no es el reloj en su conjunto, sino las agujas. Los términos segundos, minutos, horas, se representan gráficamente sobre una porción determinada de espacio, y denotan lo que cada aguja tarda en recorrer en su desplazamiento cada una de las dimensiones pautadas y marcadas. Dos de las agujas se hallan sujetas al mismo número de pautas, 60; mientras la tercera sólo dispone de 12. Cada eslabón de ésta representa el recorrido completo de la segunda aguja a lo largo de sus 60 porciones de espacio. Así mismo cada una de las marcas de la segunda, representa el recorrido completo de la tercera. Porque el tiempo es el cambio, y porque cada cambio disfruta de su proceso (tiempo) es por lo que nos es posible cotejar dos tiempos (cambios) esencialmente diferentes. Tengamos presente que estas pautas del reloj son arbitrarias, y no se ajustan a ninguna otra de las que se encuentran en la naturaleza. Su existencia debe a la utilidad que aportan para el entendimiento entre las personas. La cadencia uniforme se la proporciona a las tres agujas el complejo mecanismo articulado del reloj. Por lo que si entendemos el tiempo como un factor



absoluto y no relativo, como un fenómeno físico general y no particular, como un elemento abstracto y no concreto, nos veremos en la necesidad de explicar las leyes físicas por las que un desplazamiento rápido de dos elementos, estructuralmente tan disímiles, altera no sólo el funcionamiento del complejo mecanismo de los relojes (sean del tipo que sean), sino también el natural proceso biológico del tejido celular de los seres humanos. Un concepto referido al tiempo, que nos resulta extremadamente útil para la medición de los sucesos, de los fenómenos, es el que denominamos el momento, el instante. A pesar de que nada es inmutable y de que todo es cambiante, la lenta y clara distinción entre las sucesivas pautas de las variaciones nos permite situar nuestro conocimiento de los sucesos y su relación con un determinado cuerpo de referencia en un momento o en un instante temporal, habida cuenta de que, como ya he dicho, todos (o casi todos) los cambios manifiestan graduaciones definidas y perceptibles. Incluso en el caso de las ondas electromagnéticas -las cuales, debido a su enorme velocidad, perciben una modificación de lugar extraordinariamente rápida- se da la circunstancia de que son tan idénticas las unas a las otras que la información que transportan, o el efecto que causan, suelen mantener una identidad constante durante largos periodos o, incluso, por tiempo indefinido.

### **El espacio y el universo**

La definición de espacio como “la magnitud en que están contenidos todos los cuerpos que existen al mismo tiempo, y en la que se miden esos cuerpos y la separación entre ellos” (María Moliner) aglutina cuatro significados fundamentales: a) el lugar genérico y abstracto “en el que están contenidos los cuerpos...”; b) el lugar menos genérico, más concreto, en el que flotan los astros; al que también denominamos Universo); c) la porción específica de lugar, que ocupan dichos cuerpos; d) la separación que existe entre ellos dentro de cualquier lugar.

Conocemos bien la composición y las dimensiones de nuestro espacio terrestre, y de cada uno de los espacios concretos en los que, como elementos integrantes del mismo, nos desenvolvemos. Sin embargo, sabemos poco del espacio donde flotan los astros (Universo); bastante poco de las zonas de éste más alejadas de nosotros; y, por tanto, nada en absoluto de si dicho espacio es infinito, o si está contenido a su vez dentro de otro espacio diferente. Con relación al nuestro espacio terrestre, parece que el término espacio representa tanto la dimensión de los distintos elementos que lo componen, como la suma de todas estas dimensiones; es decir, la magnitud que contiene a dichos elementos. En este caso, tampoco el espacio parece ser un elemento real e independiente, con unas características físicas propias,

sino la idea, el concepto abstracto, que nos hemos forjado respecto al supuesto lugar, y a la suma de los supuestos lugares, que ocupan los diferentes elementos. Este criterio está basado en la creencia de que nuestro espacio terrestre parece encontrarse completamente ocupado por una amplia variedad de elementos, sin solución de continuidad; es decir, cada elemento limita con otro u otros por todos y cada uno de sus lados, por toda su periferia. El hecho de no haberse podido descubrir, intercalado entre algunos de estos elementos, algo semejante a un vacío absoluto -ni siquiera al vacío de ausencia de materia- nos induce a dar por buena esta teoría. A partir de ella podemos lucubrar que, la razón de que surja en nosotros la ilusión de que hay algo independiente y con esencia propia, radica en que algunos elementos -como los que componen el agua o la atmósfera- son volubles, por lo que posibilitan que otros cuerpos ocupen su lugar. Ésta es la causa de que haya germinado en nosotros la idea de que algo (otro elemento distinto) sustenta a modo de recipiente adaptable, envolvente, el resto de los elementos materiales.

La cuestión del espacio interestelar se presenta bastante más ardua. En base a lo que me ha sido posible conocer a cerca de las últimas investigaciones en astrofísica, la conclusión a la que se podría llegar es que el espacio está compuesto de un amplia variedad de elementos: diminutos granos de polvo, gases, partículas elementales (electrones, protones, fotones...), radiaciones electromagnéticas y gravitatorias. Incluso la denominada materia oscura -que según los últimos descubrimientos podría formar el noventa por ciento de la masa del Universo- es posible que esté formada también por partículas elementales, tales como los neutrinos, u otras más exóticas como los fotinos. Algunos expertos se mantienen, sin embargo, en la creencia de que, en alguna parte, existe el vacío absoluto. Pero esta creencia está basada más en una suposición que en una verificación científica. En su concepción abstracta, genérica, el espacio no delimitado por elementos materiales carece de forma intrínseca.

Es lícito suponer, sin embargo, que -si el Universo es todo el espacio que existe, y si se expande con la misma intensidad en todas las direcciones, a partir del big bang - el espacio tiene forma esférica, y que todos los elementos que lo componen se hallan dispuestos en círculo. Sea esta su forma o cualquier otra, la manera más correcta de representar gráficamente la escala, donde situar los cuerpos y los sucesos, y las coordenadas que describen sus desplazamientos, sería la de tres planos perpendiculares, que se cortan por el centro.

Estas secciones dan lugar a ocho hemisferios; cuyo vértice, el centro de todos ellos, es el cuerpo de referencia en un instante inmóvil determinado, o con una movilidad insignificante, que no altera en nada los datos que se van a considerar. Este vértice es el que utilizamos para interpretar, con relación a él, la situación o el movimiento de otros cuerpos o sucesos. Estos ocho hemisferios pueden ser nominados mediante cuatro letras; por ejemplo v, x, y, z. Siendo su forma negativa (-v, -x, -y, -z) la encargada de representar los hemisferios inferiores. La graduación de la escala de estos hemisferios puede venir determinada por nuestras habituales medidas de longitud. Como vemos, desde cualquier cuerpo de referencia (desde nuestro punto de vista, por ejemplo) los sucesos se producen y los objetos se encuentran en el espacio dentro de estos ocho hemisferios. Ahora bien, para una mejor comprensión, a veces es conveniente limitar esta representación gráfica a sus tres dimensiones básicas; e incluso a dos de ellas.

### **El movimiento**

El movimiento es un cambio gradual de posición, de situación, en el espacio de un cuerpo o de cualquier otro elemento. El movimiento, pues, es un factor propio de los cuerpos, e implica de hecho un cambio. Como ya sabemos que el tiempo se identifica con el cambio en cuanto a su proceso, es decir a su duración, debemos de evitar expresiones, que invitan a confusión, como la de que “un objeto se mueve cuando su posición varía al transcurrir el tiempo”. En este caso el pleonasma es innecesario y nos puede conducir al error. Otra cosa bien distinta -como ya hemos visto anteriormente- es que utilicemos el sinónimo tiempo, para simplificar la expresión. Por ejemplo: ¿Cuanto tiempo tarda? en vez de ¿Cual es la duración del desplazamiento de un objeto (cambio) desde un punto determinado del espacio a otro punto cualquiera, si la medimos con nuestro sistema de reloj?

La definición que he apuntado al principio sugiere dos conclusiones. Que es movimiento es un tipo de cambio, por lo que se refiere siempre a elementos, objetos o fenómenos, y que dicho cambio siempre se produce en el espacio. El movimiento puede ser representado de manera simplificada mediante una línea recta o una curva, tanto en la escala de los ocho hemisferios, como en las tres, o las dos, dimensiones básicas. Estas coordenadas poco o nada tienen que ver con la forma global del espacio, con su posible expansión, y son diseñadas por las distintas fuerzas que desplazan un cuerpo o un fenómeno, al actuar sobre él.

### **Movimiento, espacio y tiempo**

De las ideas enunciadas se deduce que el espacio y el tiempo (o lo que es lo mismo el cambio en cuanto a su duración o periodo) tienen que ver entre sí, en tanto en cuanto este

último se produce siempre en un espacio determinado. Dicha relación adquiere un carácter especial cuando el proceso de cambio supone un desplazamiento; en función de que éste se realiza a través de un espacio, o desde un punto a otro de él. La representación gráfica mediante coordenadas de un cuerpo en movimiento, desplazándose en el espacio, lleva implícita el factor tiempo; por lo que es incorrecto añadir una falsa cuarta dimensión.

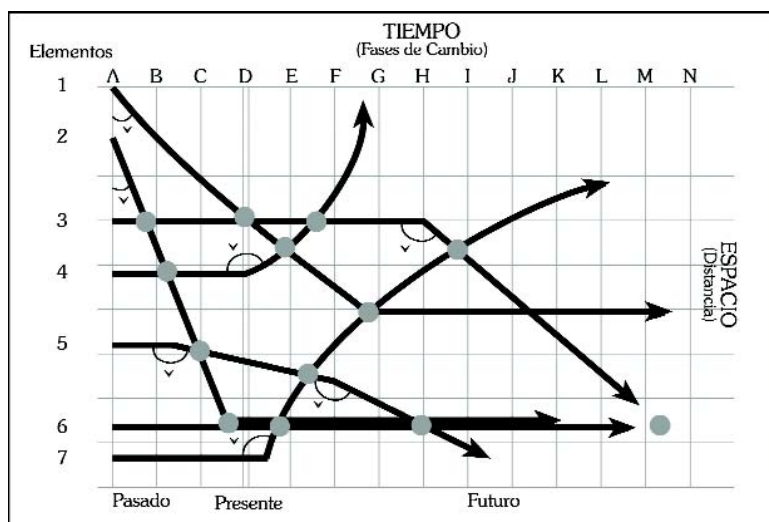
Dicho factor podemos visualizarlo en base a que los puntos estacionarios, que nos sirven para representar el desplazamiento de uno o de varios cuerpos, se hallen sujetos a una cadencia determinada, válida para todos ellos. La velocidad puede venir delimitada por el número diverso de unidades de distancia, en función del mismo número de puntos estacionarios para todos ellos. Tanto la velocidad como el tiempo son cualidades intrínsecas de los cuerpos en movimiento. Por lo tanto, aún cuando se encuentran indefectiblemente asociados a un espacio, son independientes de él.

Los cambios siempre se producen hacia adelante y con una cadencia determinada (aunque modificable en algunos casos) para cada uno de ellos. (Podemos modificar, por ejemplo, la velocidad a la que nos desplazamos, o la rapidez con que crecen algunas plantas; pero no podemos cambiar el tiempo de rotación de la tierra alrededor del sol, o los grados a que han de ser calentados los minerales para que se fundan). Este enunciado determina que la fase que precede a otra, que es causa u origen de ésta, siempre es anterior a ella, y no al revés. Cuesta trabajo creer que un cuerpo, que es sometido a un proceso de traslación muy acelerado, experimenta por esta causa una activación de su propia evolución interna; Pero lo que resulta absurdo imaginar es que el proceso, mediante el que se generan las sucesivas fases de su mutación mecánica o fisiológica, se pueda acelerar hasta el punto de anular las pautas o las mutaciones, que hayan tenido ya lugar. Basándonos en los fenómenos que conocemos, en los procesos de mutación de todo cuanto nos rodea, en la transformación de las cosas, es posible afirmar rotundamente que la causa siempre precede al efecto y que éste es consecuencia de aquella. Esta ley hace que resulte imposible “viajar a través del tiempo” o, lo que es lo mismo, visitar en su forma real -trasladándonos o no a través de espacio- fases de un elemento concreto, o de nosotros mismos, que corresponden a un estado anterior al que se encuentra lo que se quiere visitar, cuando comenzamos nuestra visita (lo que no puede darse en ningún caso) o posterior, si no existe modificación alguna en la fase en la que nos encontramos. Es decir, en modo alguno nos es posible vivir el pasado, y tan sólo tenemos acceso a vivir el futuro, en tanto en cuanto progrese en él (se sucedan nuestras propias fases de cambio).

Por extraordinariamente rápida que sea la velocidad de un elemento o su evolución mecánica, partiendo de cero, su recorrido en el espacio o su progresión siempre será mayor que cero; y por extraordinariamente lenta que sea la velocidad o la evolución mecánica de otro elemento, que parte de cero en el mismo instante que el primero, siempre será mayor que cero. Por lo tanto sólo nos es posible “viajar” en nuestro tiempo; es decir, progresar en nuestras propias fases de mutación. En la medida de que nuestros cambios, o los cambios ajenos, sean más rápidos o más lentos, podremos conocer tal o cual fase de cambio de los elementos, o de las personas, con que contactemos. Por ejemplo: dos amigos, que cuentan ambos con 25 años, se separan y dejan de verse durante otros 50 años. Al cabo de este tiempo viajan el uno hacia el otro con la intención de volver a encontrarse. Cuando se ven, su fase de desarrollo, de cambio, se encuentra en ambos en la etapa de la vejez. Si hubieran decidido viajar unos años antes, al cabo de otros 25 años, por ejemplo, se encontrarían en una fase de su vida adulta igualmente similar.

Si la distancia entre ellos fuera enorme, una variación de la velocidad de viaje nada más que adelantaría o retrasaría el encuentro entre ellos; lo que, lógicamente, alteraría la edad de ambos en la misma proporción. Sólo si uno de ellos padeciera una enfermedad, que le hiciera envejecer prematuramente -por lo que su proceso estructural de cambio se habría acelerado respecto al de su amigo- cabría la posibilidad de que se encontrasen en facetas diferentes de su desarrollo. Esto no significa, en manera alguna, que ambos estarían “viajando a través del tiempo”, sino que los cambios (el tiempo) en uno y otro se habrían producido con una cadencia sensiblemente diferente. Lo que, como ya he dicho antes, resulta imposible es que alguno de estos dos amigos pueda progresar en el tiempo retrocediendo o haciendo retroceder al otro a una etapa del pasado.

La imagen del gráfico nos muestra algunas de las particularidades a que esta ley da lugar, cuando a un proceso estructural de cambio se le añade además el de traslación.



He seleccionado un grupo de elementos, situados a diferente distancia unos de otros, contemplados a lo largo del tiempo y que permanecen quietos o viajan a distintas velocidades. Aún cuando, para su mejor comprensión, las fases de sus cambios (A, B, C, D, etc.) den la impresión de reflejar un modo de ser uniforme para todos ellos, esto sólo sería posible si dichos elementos fueran idénticos. Siendo dispares, hemos de interpretar que cuando, por ejemplo, el elemento 4 se encuentra en su modo particular E, los demás elementos se encuentran en su propio y diferente modo E y no en un idéntico modo E. Lo que sí es uniforme es la pauta empleada para reconocer esas diferentes fases (podemos usar los días, los años, los lustros, etc.); así como la empleada para medir la distancia entre ellos (por ejemplo en kilómetros).

Todo recorrido de una distancia supone una velocidad. Aquí viene representada por el ángulo que delimita el punto de inflexión de cada línea. A ángulo más abierto, menor velocidad, y viceversa. Como se puede comprobar, el ángulo más abierto o más cerrado indica que la distancia se recorre más deprisa o más despacio, respecto a una pauta determinada. Por esta razón, los elementos de ángulo más cerrado llegan a encontrarse con otro elemento en una fase de tiempo anterior a la de los que lo hacen con un ángulo más abierto. He considerado algunos desplazamientos con velocidad constante y otros que varían durante el recorrido. Las líneas rectas representan la velocidad constante, mientras que son curvas las de velocidad variable. Vuelvo a insistir en que me estoy refiriendo a la forma real de los elementos; pues sólo en el caso en que no sea el propio sujeto el que recorra la distancia, sino una imagen suya (por ejemplo, una fotografía o la luz emitida por un astro) la fase de aquel, que obtiene el elemento receptor, se refiere a la fase en que inició el recorrido y no a la fase en que se halla en el momento del encuentro.

Observamos, por ejemplo, que el elemento 6 no se desplaza y que el 3, que saldrá en el futuro hacia éste, viajará a mayor velocidad que lo está haciendo el elemento 5, pero menor en que lo hizo el elemento 2, que ya alcanzó al elemento 6 en el pasado. Los elementos 4 y 7 salen en una dirección diferente al resto, pero, mientras el 4 acelera progresivamente su velocidad, el 7 la disminuye. El elemento 5 cambió su velocidad en dos momentos diferentes. Como se puede comprobar todos ellos emplean en su recorrido un tiempo (consumen algunas fases de su devenir); nunca cambian hacia atrás (del efecto a la causa). De ahí que haya utilizado la representación gráfica de las flechas. Estas indican, por tanto, que los elementos progresan en su evolución, en su desarrollo. Es su inclinación la que especifica que se hallan recorriendo una distancia.

Para que pueda ser mejor comprendida, la representación gráfica la he realizado sobre un plano, con dos únicas dimensiones. Una representación en tres dimensiones nos ofrecería las mismas leyes que observamos en aquella, con la única salvedad de que las flechas podrían mostrar una dirección no sólo hacia arriba y hacia abajo, como aquí, sino hacia el frente y hacia el fondo. Cada cambio es, pues, un proceso concreto que posee unas pautas y cualidades determinadas. Por consiguiente, sólo actuando directamente sobre ese mecanismo esencial, que determina su proceso de transformación, podremos alterar sus fases de temporalidad. No está, a mi entender, nada claro el modo en que la velocidad (según se deduce de la teoría de la relatividad) puede actuar directamente sobre el proceso de cambio, tanto de los objetos (por ejemplo el reloj) como de los organismos en general (entre ellos el hombre) modificando sustancialmente dichas pautas (lo que, en el caso de éste, significaría las de sus células y las de sus procesos químicos y eléctricos). Suponer que la velocidad es capaz de lograr esto es aceptar que el efecto puede originar la causa; es decir, por ejemplo, que las células viejas se vuelvan jóvenes o que el hombre maduro se convierta de nuevo en feto.

Me pregunto: ¿cuales son esas propiedades de la velocidad de traslación (de la alta velocidad) que le posibilitan ejercer esa influencia tan determinante sobre todo proceso de mutación?