

## CAPITULO II

## EL HOMBRE, LA MEDIDA DEL UNIVERSO

## § 6.—TAMAÑO DEL HOMBRE

(El lema de Protágoras y su abuso — los nuevos sentidos del hombre — el límite mínimo y máximo — comparación de animales — el principio de la relatividad del tamaño de Galilei — el hombre como producto de las fuerzas moleculares y gravitativas).

Desde que *Protágoras*, el célebre sofista griego de Abdera, cinco siglos antes de nuestra era afirmara que el hombre es la medida de todas las cosas, nadie olvidó estas palabras: la ciencia se sirvió de ella para limitar su reino frente al mundo sensorial, y los obscurantistas de todos los tiempos basaron en las mismas la necesidad del misticismo y agnosticismo; pues una verdadera y completa ciencia pareciera imposible, estando alterado todo por la condicionalidad de nuestras percepciones. *Johannes Reinke*, p. ej., — este protagonista del animismo moderno bajo la toga de catedrático de biología, — deduce directamente del lema de Protágoras la urgencia de remendar las pobres ciencias biológicas con las verdades eternas de la teología!

¿Qué se puede contestar a tales tendencias anticientíficas, una vez concedido que Protágoras tiene evidentemente razón? Simplemente que solo la tiene con respecto al mundo concreto pero irreal de nuestros sentidos, de ningún modo con respecto al mundo abstracto pero real de la ciencia. A esta realidad absoluta de la ciencia abstracta bosquejada en el primer capítulo no la hiere la relatividad de las percepciones humanas, y no hay ninguna prueba mejor al respecto que la teoría de *Einstein* misma, que ha logrado abstraerse, al fin, casi totalmente de la realidad sensorial, sin usar

otros medios que aquellos, que en último término provienen de nociones empíricas.

La solución de esta aparente contradicción es el problema planteado en este libro y solo se aclarará al final cuando sepamos lo que es relativo y lo que es absoluto en nuestras nociones en general y en las de la teoría de *Einstein* en especial.

El presente capítulo tiene por objeto comprobar lo que hay de verdad en la sentencia del sabio griego; pero antes de hablar de la bien conocida influencia de nuestros sentidos, quiero llamar la atención sobre otra relatividad de la cual no se ha ocupado casi nadie, y que es, sin embargo, importantísima: la relatividad de nuestro concepto del mundo con respecto al tamaño del hombre. Me propongo demostrar que nuestro espacio, que llamamos infinito, es en verdad el de un ser de un metro que puede ver unos kilómetros. A tal restricción fisiológica son debidos errores inevitables, que solo podemos aclarar indirectamente, pero esta vez sin ninguna restricción: el verdadero espacio es inaccesible al hombre con sus instrumentos naturales (ojos, piernas, manos, etc.) pero no al hombre dotado de nuevos instrumentos artificiales.

No debemos olvidar que el hombre moderno tiene a este respecto otros sentidos que los que conocía *Protágoras*; y por eso vale por lo menos la pena — y será al mismo tiempo útil — ver si las restricciones han cambiado tanto como los sentidos.

El tamaño del hombre no es casual sino cabal y necesario: no podían formarse seres inteligentes en nuestra tierra ni de centímetros ni de kilómetros; se necesitaban justamente metros. Los enanos como los gigantes de las fábulas son biológicamente monstruos imposibles.

Entre las múltiples razones de esta restricción forzada mencionaré solo las mecánicas, pues mecánicamente ya no es posible agrandar o reducir cosa alguna *ad libitum*. La imposibilidad de reducirla infinitamente se deduce de la estructura molecular de la substancia: por debajo de las dimensiones de una molécula, que es el elemento material más pequeño que existe, no hay cuerpo ninguno; y la molécula misma tiene, naturalmente su forma propia. Para hacer algo, un cubo por ej., se necesitan al menos ocho moléculas, para un tetraedro cuatro, etc. Estas dependencias obligadas, cuya averiguación directa está fuera del alcance de nuestra observación, abarcan en sus consecuencias también la vida práctica de los organismos: claro es que la cutícula de una ampolla de jabón, y lo mismo la de una célula orgánica, no puede espe-

sarse, ni adelgazarse sin perder su carácter de cutícula, que es debida a la escasa pero suficiente cantidad de moléculas. Por ésto y porque una célula no puede superar una fracción de milímetros, ya que más allá no puede ser nutrida por ósmosis, el tamaño de las células posibles está dado en límites bastante amplios pero infranqueables. Y como las células son los elementos indispensables de todo lo que vive, el tamaño de los organismos depende indirectamente de las moléculas, como veremos más tarde detalladamente.

Las moléculas limitan la extensión mínima de un cuerpo mientras que su extensión máxima depende de la intensidad de la gravitación: la más sólida forma constructiva, la de la pirámide, es estable solo en ciertos límites; siendo demasiado alta, la presión enorme de su peso haría derretir su base; y en la tierra, aun prescindiendo de la erosión, montañas (o pirámides naturales) mucho más grandes que las existentes no subsistirían pues por su mismo peso se hundirían en el globo; de modo que la forma esférica es ya una consecuencia de la materia y no es necesario que los globos celestes se hayan formado por rotación. Si el globito de agua o de mercurio se forma en virtud de la fuerza atractiva molecular, los globos celestes se forman según leyes semejantes, en virtud de la fuerza atractiva newtoniana, pudiendo la rotación modificar solo la forma esférica perfecta, que tienen desde un principio.

La gravitación determina además la extensión máxima de los otros objetos de la tierra. Los ingenieros saben bien que ninguna construcción puede copiarse en otras proporciones: no basta agrandar un canutillo de paja mil veces para ponerlo sobre el Niágara como puente, o plantarlo en el suelo y tener una torre cuatro veces más grande que la de Eiffel: tan gigantesco canutillo no podría sostener su propio peso y se rompería por sí solo, porque la maravillosa construcción de una paja está adaptada únicamente a las necesidades de su tamaño. Pero para otro tamaño son necesarias, en general, otras construcciones; lo que nuestros ingenieros ya han aprendido hoy día teóricamente y lo que la naturaleza hace prácticamente por sí misma. La diferencia de estabilidad en formas semejantes de tamaño variable se explica fácilmente, recordando que por el aumento proporcional de todas las dimensiones de un cuerpo, su peso aumenta en razón del cubo, pero su resistencia solo en razón de su sección, es decir en razón del cuadrado de su longitud; de modo que en general los cuerpos más grandes deben ser más gruesos (la anchura debe ser propor-

cional a  $\sqrt[3]{l^3}$ ) hasta un límite más allá del cual son únicamente posibles aquellos cuerpos en los que el espesor en todas direcciones debe ser máximo — lo que resulta solamente en la esfera, de la que no conocemos ninguna limitación; pero debe existir también porque es muy notable el hecho de que en el universo no parecen existir cuerpos celestes que sean más de mil veces mayores que nuestro sol (cf. v. *Seeliger*). Lo verdaderamente ilimitado no existe en la realidad en ninguna parte; solo el hombre cree poder alcanzarlo en sus ideas!

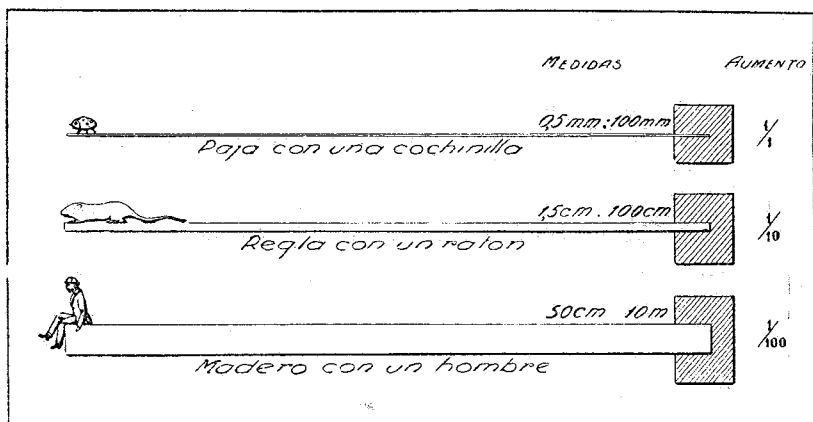


Fig. 1. — Aumento necesario de la anchura relativa con el aumento de la longitud.

La fig. 1, mostrando gráficamente estas relaciones, tiene por objeto recordarnos que es muy natural que una cochinilla pueda marchar sobre una delgada paja, en la cual la relación del largo al ancho es de 200:1, mientras que para un hombre se necesita un madero en la relación respectiva de 20:1.

A esta ley general obedecen naturalmente también los seres vivos y principalmente sus tejidos de sostén, los huesos. Los de los animales más grandes no son solo absoluta sino también relativamente más gruesos (ver p. ej. el pie del cerdo y del rinoceronte en la fig. 2); lo que imposibilita la formación de los gigantes, porque la estructura de los animales terrestres — para los marítimos hay reglas análogas y las aves no pueden ser grandes por las necesidades del vuelo — es siempre una bóveda, formada por las extremidades y la columna vertebral, de la cual están suspendi-

das todas las vísceras (ver fig. 3). Esta bóveda, ancha en animales pequeños, se hace forzosa y relativamente más estrecha con el aumento del tamaño; pues debe ser más alta para alojar las vísceras, y no puede alargarse en la misma proporción porque entonces la columna vertebral se rompería. Entre los vertebrados la rata

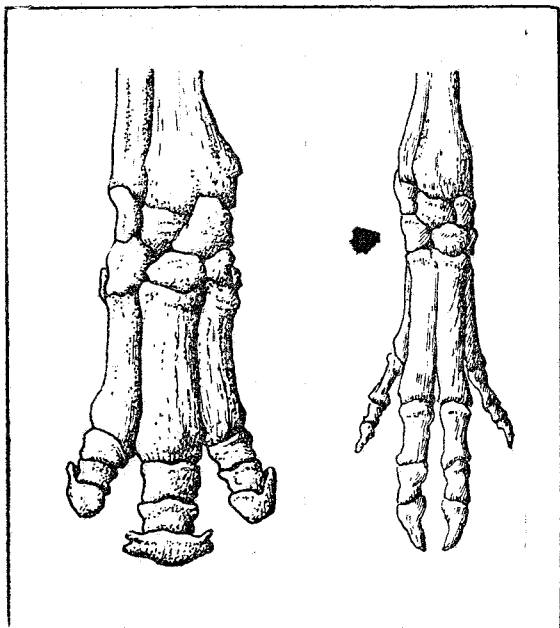


Fig. 2. — Los huesos del pie de un rinoceronte 1:10 de un cerdo 1:3

es relativamente el animal más largo que existe y el elefante, a pesar de su forma exterior tan maciza y pesada, tiene la bóveda más alta (fig. 4). Con una altura aun más grande resultaría una estructura imposible: la distancia entre las piernas quedaría relativamente tan estrecha que no habría bastante lugar para alojar las vísceras.

Esta regla, de que los pequeños

animales son relativamente más largos, nos es inconscientemente muy familiar. En la fig. 5 las siluetas de cuatro animales cuadrúpedos, construidos todos análogamente según las citadas reglas, tienen en el dibujo aproximadamente la misma superficie; y aunque simplemente construidos, pues faltan las formas y señas individuales que podrían facilitar su determinación, nadie dudará de que el

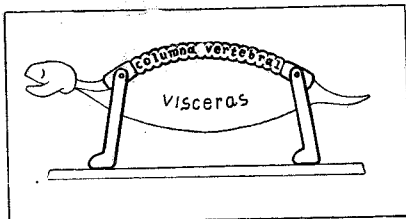


Fig. 3. — Esquema de la bóveda ósea de un cuadrúpedo.

más alto (N° I) representa al mayor animal y el N° IV al menor. Cada tamaño requiere su forma especial: un "hombre grande como un

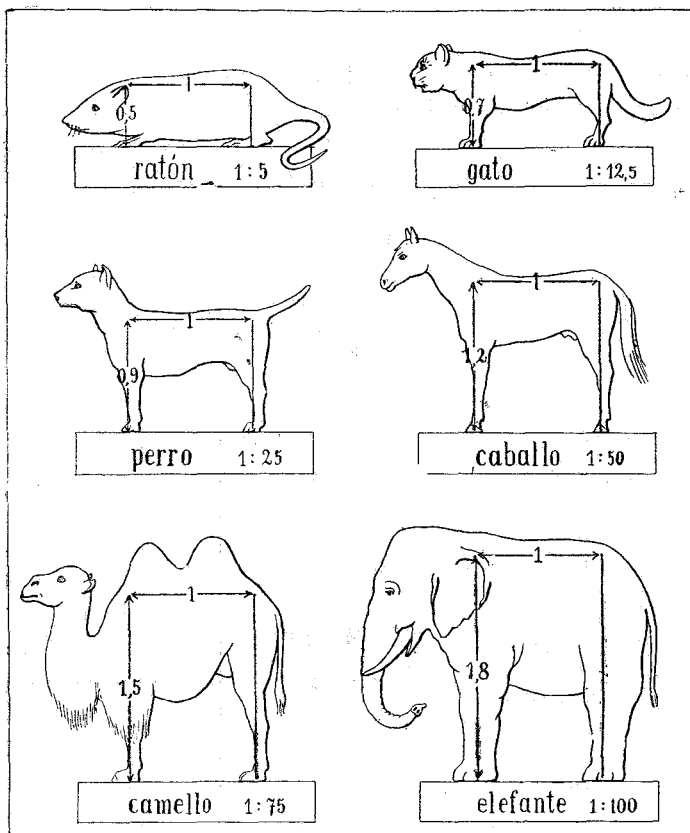


Fig. 4. — Aumento de la altura relativa con el tamaño creciente

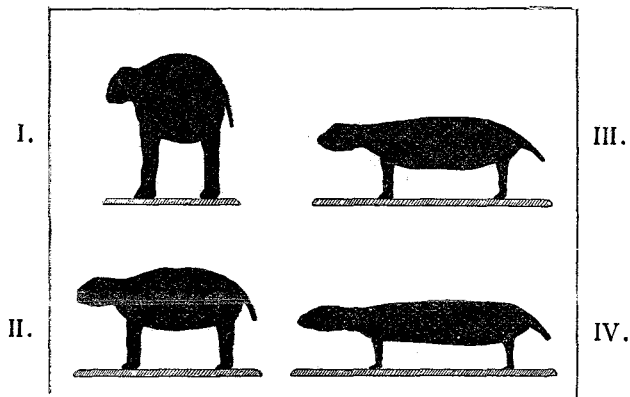


Fig. 5. — Siluetas esquemáticas de cuatro animales cuadrúpedos de distinto tamaño

campanario” no podría ya tener formas humanas; de igual modo seres mucho más grandes que los que encontramos en la tierra, son en principio incompatibles con las leyes físicas. El andamio óseo debería ser demasiado voluminoso en relación con el tejido verdaderamente vivo. Este máximo, que un ser vivo puede alcanzar, depende de la intensidad de la gravedad y ésta en último término del tamaño de la tierra: cuanto más grande el globo, tanto más pequeños sus habitantes y vice versa. En el agua y también en el barro, los animales están sostenidos en todas sus partes; el efecto de la gravedad es mínimo y por eso es aquí posible la vida de seres mayores; pero en la tierra solo hay seres organizados desde el tamaño de un micrón hasta de diez metros, es decir en una proporción lineal de uno a diez millones.

Este principio de la relatividad de nuestro tamaño, del cual dependen tantas otras relatividades, es en verdad de *Galilei*, al que se atribuye generalmente el principio de la relatividad física, que en su forma clásica no le pertenece, como veremos. *Galilei* escribe: “Fácilmente se puede demostrar que ni el hombre, ni tampoco la naturaleza es capaz de aumentar sus obras más allá de un tamaño limitado. Para hacer seres más grandes, serían necesarios, o un material más fuerte o huesos monstruosamente anchos, de modo que un animal gigante debería poseer huesos tan enormes que serían imposibles”. En realidad en un ratón el peso de los huesos tiene el 8 %, en el hombre el 18 %, y en el rinoceronte aproximadamente el 30 %.

Como el hombre se distingue principalmente por su inteligencia, es decir por la estructura de su cerebro, él debe ser uno de los animales grandes, porque un ser inteligente debe ser al menos suficientemente grande para que su substancia viva baste para nutrir, proteger y obedecer a un suficiente número de células nerviosas. Depende por eso el tamaño total del hombre del peso mínimo de un cerebro que basta para un ser inteligente; el cerebro por su parte depende del número de células, y estas en último término del tamaño de las moléculas o mejor dicho átomos o electrones.

Sigue de esto que nuestro tamaño no solo depende del tamaño de la tierra, como ya hemos visto, sino también del de los átomos: El hombre es el resultado de la interdependencia de las fuerzas moleculares y gravitatorias.

Debo contentarme con estas cortas anotaciones, porque no tengo que discutir cómo nuestro tamaño depende del mundo exterior, sino al contrario, cómo se deriva este mundo exterior (es decir nuestra noción de él) de nuestro tamaño. El hombre es la consecuencia y el producto de su ambiente, (en último término de lo infinitamente grande y de lo infinitamente pequeño): pero, una vez establecida nuestra estatura, depende a su vez de ella la imagen que podemos hacernos de nuestros creadores, que han dado a cada ser con su talla también la posibilidad restringida de mirar una parte adecuada del mundo directa e intuitivamente. Hay límites a nuestra intuición, y ellos son *a-priori*, es decir condicionados por nuestra organización. Naturalmente este *a-priori* no es metafísico sino fisiológico o, si se quiere, físico.

#### § 7.—LOS GRADOS FISIOLÓGICOS DE LA MAGNITUD Y VELOCIDAD

(La relatividad de lo grande y lo pequeño — lo que es comparable entre sí — los grados de magnitud en el universo — los grados del tiempo — los grados de las velocidades — la “laguna” de las velocidades).

No hay ni grande ni pequeño en sí; todo lo es únicamente por comparación. Esta es una verdad evidente y hasta banal: una mujer es chica solo en relación al hombre, un escocés grande con relación al promedio general, y entre enanos el de tamaño medio parece gigante.

Pero la aparente banalidad de esta sentencia no nos debe hacer olvidar que *esta* relatividad no existe en la realidad, o al menos solo en límites restringidos. Matemáticamente se puede jugar con las cifras, multiplicándolas y dividiéndolas, pero en la física hay partículas mínimas, las moléculas, que no pueden dividirse sin perder su propiedad, y hay astros — lo que es en general menos tenido en cuenta — únicamente hasta de un cierto tamaño. Parece que tales entidades mínimas e indivisibles existen también fuera de la materia (teoría de los *quanta* de Planck); tal vez existe asimismo un mínimo de movimiento, es decir, que por debajo de un cierto límite el movimiento no sería más uniforme. Pero ciertamente existe un máximo de velocidad, por una parte la de la luz, por otra la de los cuerpos pesados, mil o diez mil veces más peque-



ña. Todo aparece relativo, pero solo aparentemente, pues en este mundo claramente limitado hacia arriba y hacia abajo, el hombre tiene su posición fija en virtud de su tamaño. No puede percibir directa e intuitivamente todo el universo, ni hacia arriba ni hacia abajo, y con la parte que le es accesible, le es dada aun desde un principio la noción intuitiva de lo que puede llamar "*su mundo*". Artificialmente ampliase bastante el alcance de nuestro saber, pero estos conceptos intelectuales son demasiado recientes aun, para poder contrabalancear los conceptos hereditarios, adquiridos en el estado natural, y las medidas cósmicas y microscópicas, continúan siendo meras cifras, sin valor intuitivo, porque no las podemos comparar directamente con nuestro mundo.

Para *comparar dos objetos sensorialmente*, es necesario poder *verlos al menos al mismo tiempo*; necesidad que nos procura un criterio objetivo de lo que es fisiológicamente comparable: con una ojeada puede percibirse a una distancia de 30 cm. al máximo una vara de un metro y en ella los décimos de un milímetro — lo mismo naturalmente a una distancia de tres kilómetros una montaña de diez kilómetros y en ella un hombre o animal de un metro aproximadamente; es decir se pueden ver al mismo tiempo cosas que difieren entre sí de 1 a 10.000. Diferencias más grandes no son ya representables. Un hombre p. ej. no podría ver jamás nuestro sistema planetario en conjunto. <sup>(1)</sup> Si estuviese tan lejos que pudiera abarcarle de una ojeada los planetas aparecerían tan pequeños que no vería nada. Dibujando solamente la órbita terrestre, del tamaño de un metro, la tierra en la proporción adecuada sería un punto invisible de 40  $\mu$  (milésimos de milímetro). Aún peor resultaría con las distancias astrales: representando el sol y su más próximo vecino por puntos apenas visibles, su distancia sería de tres kilómetros. Lo mismo pasa en el mundo pequeño: nadie puede representarse simultáneamente un hombre y un bacterio, o un bacterio y un electrón.

Por otra parte se pueden comparar muy fácilmente entre sí objetos que son por su tamaño irrepresentables para nosotros: es traducible en gráficos que Algol sea un décimo más grande que

---

<sup>(1)</sup> Esto es naturalmente exacto solo si los cuerpos no son autolucientes; una luz puede verse a distancias mucho más grandes pero en este caso la luz no tiene ningún tamaño y por eso su grandor no es apreciable. De ello se sigue que las estrellas fijas que vemos bajo estas condiciones, disminuyen sensiblemente, si las miramos a través de un anteojo.

nuestro sol, y Arcturo 100 veces, o que las moléculas del hidrógeno, del cloro y del éter tengan las proporciones 1:2:3.

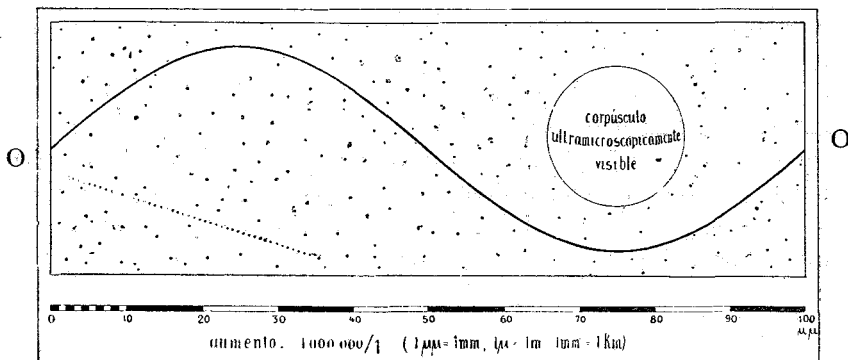


Fig. 6. — Comparación de fenómenos ultramicroscópicos. Oscilación ultravioleta (o—o) en un espacio de un cien milésimo de  $\text{mm}^3$  lleno de moléculas (aire en estado normal). Aun se ve un corpúsculo ultramicroscópico. Además se ha dibujado un haz de rayos X; entre dos de los puntos que forman la línea en puntos; hay lugar cada vez para 5 a 25 vibraciones o para doscientos mil electrones uno junto al otro.

La figura 6 muestra tal comparación: se ve que una partícula ultramicroscópica, las moléculas y las ondas ultravioletas son comparables entre sí, mientras las ondas de los rayos X están ya en el límite de la visibilidad (en un dibujo reproducido por la imprenta sería imposible representarlas) y los electrones son de un orden totalmente diferente; pueden señalarse únicamente millares de ellos en conjunto.

De tales órdenes o grados, en los cuales los objetos son comparables entre sí, hay 12, como lo muestra la tabla I en la página siguiente.

El mundo natural del hombre, es decir lo que él puede apreciar en el universo sin ayuda de instrumentos encierra dos grados de esta docena: uno por debajo de su propia medida hasta la amiba (o hasta el granito de arena de *Aristóteles*, que él creía fuese el objeto más pequeño) y otro por arriba, hasta las más grandes montañas de la tierra, pues el sol y las estrellas, las mira, pero no se da cuenta en lo más mínimo de su verdadera magnitud o distancia. Se ve que los límites de este mundo primitivo justamente bastan para orientarse en la vida práctica sobre la tierra.

Con instrumentos y con su inteligencia el hombre ha amplificado su reino casi por igual en las dos direcciones: cinco pasos abajo hasta el núcleo atómico, y cinco pasos arriba hasta los astros más remotos que le descubren sus telescopios más poderosos. Lo

que está fuera de estos límites nos es desconocido, pero si compartiéramos por entero lo que dice *Einstein* habría que dar solo un paso más para lograr el fin del universo, es decir de nuestro universo. Si hay otros universos fuera del nuestro, hacia los cuales no hay puente ninguno, ni aun imaginable, la nueva teoría no puede tampoco decirnoslo.

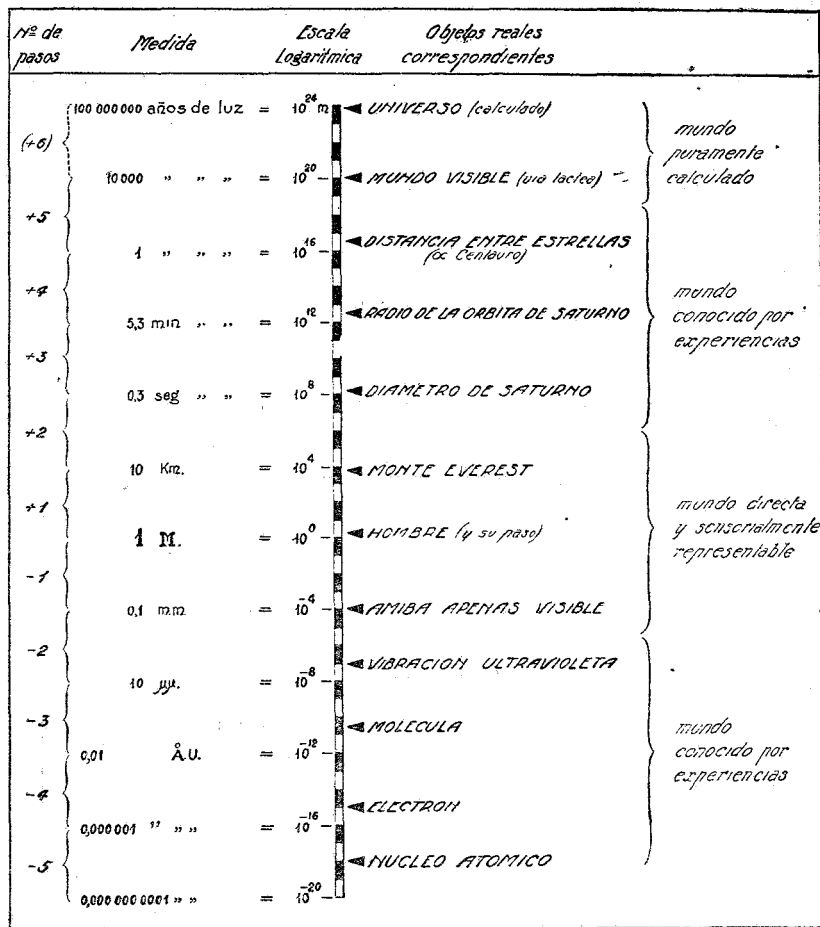


Fig. 7. — Tabla I — Los grados fisiológicos de las magnitudes en el Universo

Una dependencia semejante existe para los tiempos y naturalmente también para las velocidades. Los tiempos con que la moderna ciencia opera no tienen ninguna significación real para el hombre: ni la cifra mínima del tiempo en que un electrón gira (billones de veces por segundo) alrededor de su núcleo, ni la cifra grande del tiempo en que nuestra materia se cambia en substancia

radiante o la substancia radiante nuevamente en materia (biliones de años) nos dice algo; son meras cifras para nosotros. Así como el espacio accesible al hombre es condicionado por su tamaño, del mismo modo el tiempo representable está íntimamente vinculado con la duración de nuestra vida; pero no conociendo hasta ahora los límites del tiempo que nos parece verdaderamente infinito, no podemos dividirlo en grados, mientras las velocidades que son el conjunto del tiempo y espacio (velocidad = espacio: tiempo) se pueden graduar por que se conoce al menos su límite superior, la velocidad de la luz, más allá de la cual no hay mayor velocidad.

Esta velocidad de la luz de 300 000 km. por segundo, con que el físico calcula como con una cosa simplicísima, sensorialmente no es representable de ninguna manera y apenas mentalmente concebible. Ya de la velocidad de una bala (millones de veces más pequeña) nadie tiene un concepto claro. Por otra parte el movimiento de la aguja del segundero se ve todavía directamente, el de la aguja de las horas no. Aquí surge la dificultad de que la velocidad no es para nosotros nada absoluto sino relativo. La caída de una piedra nos parece rápida y el movimiento de una estrella (miles de veces más rápido) lentísimo; un avión, del cual sabemos que vuela velozmente, nos parece lento y los glóbulos rojos, que se mueven en los capilares tan despacio que necesitarían para el viaje de pies a cabeza un cuarto de hora, nos parecen, vistos por el microscopio, dotados de una velocidad rapidísima.

Es que no estimamos la velocidad real sino la aparente. Los dos movimientos de la fig. 8 aunque difieren por el décuplo nos parecen iguales porque el mayor dista también por el décuplo. ¿Quién no se

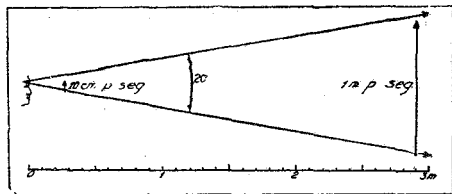


Fig. 8. — La relatividad de las velocidades

ha equivocado creyendo que una mosca, que pasa lentamente cerca de sus ojos, es una grande ave que vuela rápidamente en el cielo? De modo que para determinar el máximo y mínimo de velocidad que podemos apreciar sensorialmente será necesario tomar las velocidades angulares.

Si se tomara como máximo de la velocidad representable la que permite averiguar el objeto en movimiento directa y neta-

mente, alcanzaríamos la velocidad de un tren de 60 Km. por hora que pasa a una distancia de 15 a 20 metros (lo que sería una velocidad angular de  $45^\circ$  por seg.). Tomando ahora como mínimo el movimiento del sol con su velocidad angular de  $15''$  por seg. ( $\approx 0.00420^\circ$ ), mínimo y máximo estarían en la proporción de

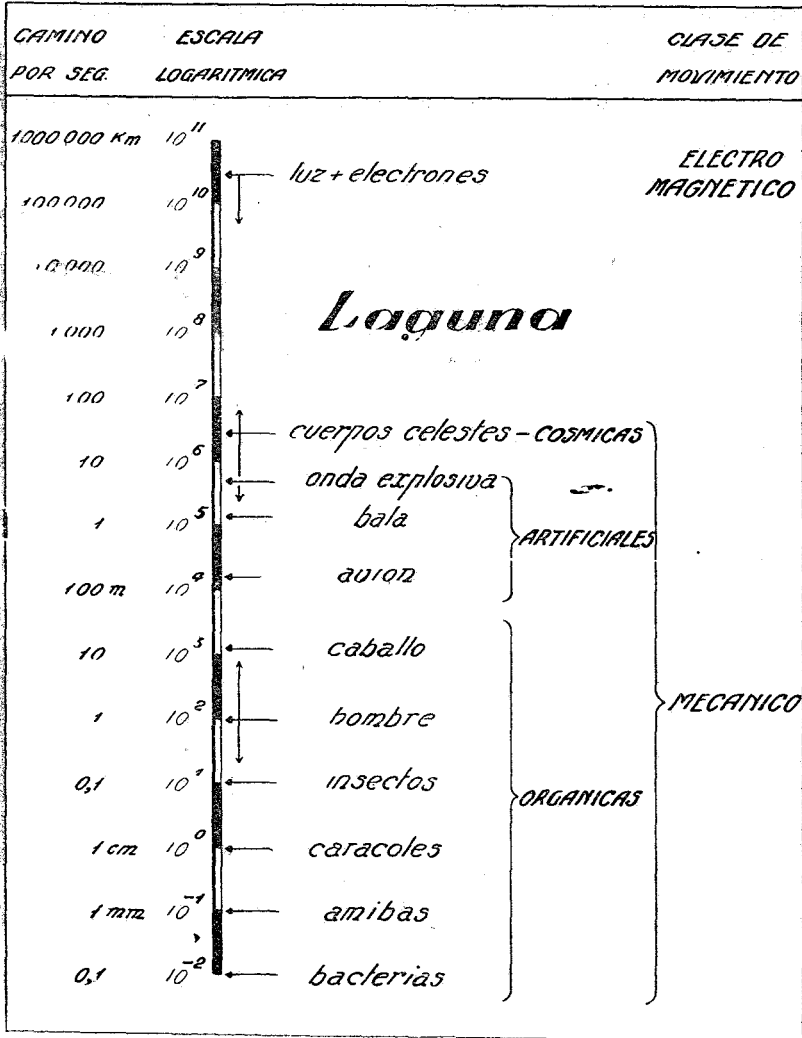


Fig. 9 — Tabla II — Las velocidades en el universo

1 : 10 000. Es decir el paso, comparable, al de los tamaños, sería de 100. Pero prácticamente es mucho menor; aún en las circunstancias experimentales más favorables es solo de 50.

Como no pueden discutirse aquí estas diferencias, (\*) me conformo, dando en la página anterior, una tabla de las velocidades en la cual cada grado aumenta por diez: hacia arriba limitada por la velocidad de la luz, se pueden añadir hacia abajo tantos grados como se quiera. Se ve que las velocidades desarrolladas por los animales, no superan mucho las del hombre. Es con ellas que se ha formado su concepto de velocidad. Las velocidades artificiales, que las han aumentado mucho ya, no son más intuitivas y menos aún las cósmicas, que el hombre conoce únicamente por el cálculo.

Pero estas velocidades, ya no concebibles, son pequeñísimas junto a la de la luz, diez mil veces más grande. Es decir que la velocidad de la luz supera a la cósmica en la misma proporción, que la velocidad cósmica a la de la marcha de un hombre. Pero lo más significativo es que mientras del caracol al bólido hay todas las velocidades, del bólido a la luz no hay ninguna; hay una aparente infranqueable laguna; y las velocidades de la materia son ya en esto completamente diferentes a la de la luz. Veremos cuán importante significación tiene esto.

Pero primero veamos, por qué el hombre no se satisfacía con lo que puede medir directa o indirectamente, sino que quiere prolongar todas las medidas hasta el infinito.

Esta prolongación parece también condicionada por la constitución humana.

---

### § 8.—LO INFINITO COMO CONSECUENCIA DE UNA LÓGICA TRASCENDENTE

(La raíz negativa de lo infinito — la raíz del deseo — la especulación sobre lo infinito — la fábula del erizo y su aplicación filosófica — lo que se conoce del espacio — tabla del espacio)

Como lo muestra la tabla de los grados de magnitud (pág. 33) nuestro mundo, el que podemos medir, excede ya muchísimo de todo lo que la más exuberante fantasía podría representarse como infinito. Nada positivo conocemos acerca del infinito; solo sabemos que no podemos representarnos ni el fin del espacio ni el fin del tiempo. De esta hipótesis negativa deducimos el infinito, olvidando que “*ex mere negativis nihil sequitur*” que tal conclusión lógicamente

---

(1) Sobre las dificultades teóricas: cfr. Bourdon, *La perception visuelle de l'espace*. Paris 1902.

te no vale nada; pero como ella se hace intuitivamente, vale psicológicamente mucho.

Es verdad que lo infinito del espacio tiene aún otra raíz que parece más racional: creemos que una línea recta se alarga siempre en su dirección. Si ésto fuese verdad, el espacio infinito sería al menos una consecuencia matemática aunque no física. Pero ¿quién sabe cómo marchan las líneas allí donde nuestros mejores telescopios ya no las alcanzan?

¿Si lo que llamamos línea recta volviera sobre sí misma? — sería entonces infinita—como toda circunferencia—pero el círculo que encierra sería limitado. La decisión es una cuestión de hechos que no están directamente a nuestro alcance y por eso el concepto general del infinito no es más que una ilusión de los sentidos que nos quieren sugerir que las cortas distancias que ellos pueden medir, son los prototipos de la inmensidad del espacio.

¿Y lo infinito del tiempo? Para afirmarlo existe aún menos razón: es un mero fantasma. Es, sin embargo, una ilusión muy comprensible. Como el tiempo es la sensación de nuestra vitalidad, y como ningún hombre, y menos aún un animal, pueden representarse verdaderamente su muerte, la creencia en el tiempo infinito se identifica con la creencia en la vida eterna — *es el anhelo de inmortalidad transferido a la esfera intelectual*: no se podría vivir eternamente, si no hubiese tiempo eterno.

En el último siglo se ha comenzado primero matemáticamente, después (con Einstein) también físicamente a contemplar la posibilidad de un espacio finito, y hoy día hay ya muchos para quienes un espacio limitado es una idea familiar, mientras que en lo que se refiere al tiempo estamos aún en la época en que estábamos con respecto al espacio antes que existiera la geometría no-euclidiana. Es significativa esta disparidad. Antes se hablaba del infinito especulativamente, y hojeando la abundante literatura no podrá dudarse de que todas las posibilidades fueron agotadas y que una vez más uno de tantos filósofos previó lo que mucho más tarde la ciencia confirmaría como realidad. No se podía precisar naturalmente, quien sería el dichoso precursor; pero alguien sería indudablemente! Pues ocupándose, no de lo que se sabe, sino de lo que se quiere saber, y pasando revista, sin el freno de los hechos reales, a todo lo lógicamente posible, — ¿cómo fuera posible que ninguno acertase la verdad? — esperanza completamente legítima que aumentaba en mucho la autoridad de esta rama del saber humano.

Hay una fábula alemana que caracteriza con acierto tales vic-

torias: el erizo propuso un día a la liebre correr una carrera, que debía verificarse en dos surcos desde un extremo al otro del campo. Comenzaron: la liebre salió saltando a toda prisa, mientras el erizo que cuidadosamente había puesto a su señora, la eriza, que se le asemejaba como un huevo a otro, en un matorral cercano al hito de la carrera, volvió sosegadamente a su lugar. Cuando la liebre agotada llega al límite, la eriza grita: "Héme ya aquí!" "Otra vez", decía la liebre, pero el resultado era el mismo, con la única diferencia de que esta vez el macho gritaba "Héme ya aquí!".

Del mismo modo, la ciencia puede molestarse tanto como quiera, descubrir lo que quiera, volver sobre sus pasos, es decir corregirse a sí misma y perder el aliento, corriendo y avanzando. Donde quiera que llegue, está ya un erizo gritando su "Héme ya aquí!" Un erizo, que no necesitaba molestarse, puesto que habiendo ya ocupado desde los tiempos más remotos todos los límites con todas las suposiciones imaginables, podía quedar sosegadamente sentado en su pedestal indestructible, y por lo tanto inalcanzable para nuestro saber.

Lo curioso, no es la frecuente anticipación filosófica, sino el hecho innegable de que siempre solo una *minoría* de los filósofos se encontraba en la posición nuevamente ganada por la ciencia: la materia puede estar formada continua o discontinuamente; como antes de *Dalton* no se sabía nada del asunto y tampoco podía saberse nada, debía esperarse, según el cálculo de probabilidad, que la mitad se hubiese pronunciado en pró y la otra mitad en contra. La realidad es muy diferente: prescindiendo del muy dudoso indio *Kanâda*, era ya mal vista en la antigüedad la doctrina de *Demócrito* y *Leucipo*, de *Epicuro* y de *Lucrecio Caro*; y desde que los Santos Padres la habían reprobado, fueron muy pocos los que osaran profesarla. Computando, puede decirse que solo un 5 % han apostado al atomismo, el 95 % a lo falso. Esta desproporcionalidad que se encuentra en todos los casos será difícil de explicar; tal vez podría relacionársela con el estado psíquico necesario para que un hombre se haga filósofo.

La prueba de que esta calificación no es más que una constatación se deduce del hecho, de que hay (¡ojalá!) posiciones tan escondidas, tan improbables al sentido común (este verdadero fundamento de la razón pura) que ninguna especulación se aventuraba hacia ellas. Tal ha sucedido con el espacio y el tiempo. Se filosofó sobre los dos desde hace millares de años: era forma o imagen, realidad o impulso innato, fenómeno genético o preempíri-



co—pero nadie—antes de *Riemann* y *Lobatschewski* — nadie pensó que podría probarse que es curvo, limitado y tetradimensional en síntesis con el tiempo!

En tal sentido — pero en mi opinión solo en tal sentido — la teoría de la relatividad puede ser considerada aún filosóficamente: es una de las piedras de toque, por donde se puede ver lo que vale la vieja y venerable reina de las ciencias.

Ahora bien, la noción del infinito es un paradigma de tal victoria filosófica anticipada, aunque, probablemente, los hombres, que por primera vez soñaron con la eternidad, no conocían todavía este nombre. Pero la idea en sí es una de estas generalizaciones típicas del espíritu filosófico, de la innata necesidad metafísica, que quiere ir más allá de su esfera. Se sabía algo del espacio y se creía conocerle en su totalidad. Veíase que con las leyes de la geometría no se podía nunca constatar un error y que la misma infalibilidad reinaba en los sucesos astronómicos que marcaban el tiempo. Y con la presunción instintiva de que los errores que el hombre no alcanza a constatar no existen, creía él, válidas estas leyes para el universo.

Es ciertamente una falta epistemológica; nadie lo duda ni podría dudar. Pero ¿qué hacer? — ¿era acaso posible que el pobre ser humano pensara de otro modo? El hombre no puede por sí mismo ni crear ni sacar tampoco de la naturaleza nada nuevo (esto es el auto condenatorio de toda metafísica); y por eso forzosamente debe creer que lo desconocido es igual a lo conocido (lo que constituye la base biológica de la misma metafísica). Lo primero, mayor, anula lo segundo; pero no lo sabían los hombres primitivos, y por eso creían con una confianza natural e indestructible que el espacio es hasta el infinito igual a lo que conocen. Tales extrapolaciones tan comprensibles desde el punto de vista antroprocéntrico son — desde el punto de vista científico — siempre peligrosas; al menos tendría que conocerse una parte bastante grande de lo que se quiere prolongar por extrapolación. En verdad no se conoce cuantitativamente nada del espacio: *rigurosamente* nada, si el espacio fuese infinito (pues en comparación con lo infinito cada cifra finita puede decirse que es igual a cero), pero, aún suponiendo que el universo no tuviera más extensión de la asignada por la moderna teoría de la gravitación, lo conocido sería *prácticamente* nada, como lo demuestra la tabla siguiente:

Tabla III — Relación de lo visible y medible al universo

M E T O D O	Magnitud (Diámetro)	Volumen	Dejando sentado el universo del tamaño de la tierra
Lo que se mide:			
por cadena	100 km.	$10^5$ km. <sup>3</sup>	Un electrón
triangulación terrestre	10000 »	$10^{12}$ »	Un átomo <sup>(1)</sup>
triangulación cósmica	1 sig. de luz	$10^{45}$ »	Un barril
Lo que se ve:	100 »	$10^{51}$ »	Un casa
Lo que se calcula:	1000000 »	$10^{66}$ »	La tierra

En verdad se puede deducir algo de cierto solo de la *medida directa* de unos cien kilómetros; y si las *triangulaciones terrestres* permiten aun una verificación empírica, las *cósmicas*, en general, no; ellas dependen ya de nuestra noción del espacio. Pero contando todo, es despreciablemente poco. Y — lo que es más contrario a nuestro instinto natural — no se vé casi nada. La última columna de la tabla nos dá una idea de estas relaciones: si el universo fuera del tamaño de la tierra, un hombre que viviera en un átomo en el medio de la torre Eiffel conocería mal su átomo, podría calcular la distancia de los próximos átomos con un error de un diez por ciento; no vería ni la base, ni la punta de su torre, y sin embargo deduciría la relativa inmensidad de la tierra. Así es nuestra noción del espacio. Los griegos fueron más modestos y llamaban a su doctrina del espacio geometría, es decir medida de la tierra.

Pero en verdad nadie cree cometer tal disparate, porque casi nadie se ha dado cuenta de estas relaciones y porque intuitivamente cada uno cree poder *ver* al menos hasta el infinito. ¿Qué niño no ha preguntado alguna vez a sus padres, o a sí mismo, por que no veía en el cielo al buen dios con sus ángeles? Esta pregunta ingénua prueba que no concibe la existencia de algo afuera de lo que vé; y examinándonos bien encontramos aún en nosotros esta noción: no podemos representarnos que muy lejos existan cuerpos en absoluto invisibles (e inaccesibles a los otros sentidos). Con solo ser bastante grandes deberían verse! Así lo creemos; podemos saber intelectualmente que es falso, pero no podemos representárnoslo de otra manera.

(1) Que un átomo tenga la misma relación con la tierra, que la tierra con el universo es interesante en sí, y hace pensar (o al menos soñar) que los cuerpos celestes sean algo así como los átomos de un mundo superior; lo mismo que nuestros átomos serían sistemas planetarios en un mundo inferior.

En el fondo participan de este error aquellos que toman la afirmación relativista del mundo finito como una verdad sensorial. Como veremos se da a nuestro universo un diámetro de cien millones de años de luz más o menos (§ 49); porque lo que pudiera haber más allá no puede influenciarlo por ningún medio físico imaginable y porque nuestro espacio allí no existe. Pero ni la una ni la otra razón son criterios de la no-existencia — en rigor criterios de la no-existencia no puede haber nunca! *Nuestro* universo termina aquí; sin embargo podría haber otros que en distancias aun más fabulosas sigan su vida propia, como moléculas en un gas disuelto que no se influyen en general tampoco. Es decir a veces chocan entre sí. Pero aún suponiendo que tal choque de los universos sucediese en este momento, no necesitaría más un cambio de las especulaciones físicas, pues antes que sobreviniera el choque a nuestro cosmos visible, los hombres, la tierra y con probabilidad todo nuestro sistema planetario habrían desaparecido ya hace mucho tiempo; pues nuestro universo es ya bastante extenso.

En todo caso esta noción primitiva y antropocéntrica del espacio, a la cual también los relativistas quedan sujetos un poco, nos explica el por qué se podía y se debía creer que todo el espacio era igual a lo conocido, — y que era por consecuencia euclidiano e infinito.

---

### § 9.—ESPACIO Y SENSACIONES

(Definición del concepto sensorial. — La relatividad de lo visible y de lo oible. — El mundo de los enanos — el mundo de los gigantes. — La relatividad de la gravedad. — Lo absoluto en las leyes físicas)

Vimos en los párrafos anteriores que “nuestra” noción del espacio y del tiempo es arbitraria y que es deseable un cambio, o por lo menos, permitido. Pero no será fácil, puesto que tiempo y espacio están ligados tan íntimamente a nuestro “concepto sensorial del mundo” en general.

La expresión “concepto sensorial” es justa, porque en verdad los sentidos influyen mucho en la imagen que los animales y los hombres se forman del mundo; pero no es suficientemente extensa, pues no solo los sentidos sino toda la organización fisiológica contribuye al efecto final, hasta la más modesta trabécula ósea: ciertamente la noción sensorial del mundo sería otra si una humanidad inteligente se hubiese desarrollado de las abejas con su esqueleto exterior. La ponderación especial de los sentidos está so-

lo autorizada como una simplificación muy útil, porque ellos son a este respecto los exponentes más sobresalientes de la personalidad total. La descripción sería hartó compleja tratando la interdependencia de la organización total; debe elegirse uno u otro complejo aislándole lo más posible. Se podría hablar de la influencia del cerebro o del estómago, de las glándulas endocrinas o de las enfermedades sobre la imagen del mundo; lo que han hecho ya varios autores, más o menos aforísticamente, — desde aquel satírico antiguo que se burlaba de los estoicos, cuya apatía desaparecería, cuando les dolían las muelas, hasta los modernos psicólogos realistas que explican todo por disposiciones corporales. Ello podría aun hacerse muy seriamente. Sin embargo continuaremos usando la expresión de un “concepto sensorial”; pues la expresión de un “concepto humano”, que sería solo adecuado, es demasiado insignificante y general. He creído oportunas estas consideraciones para limitar previamente la importancia de la cuestión del tamaño: es solo un ejemplo, pero aquí más importante que otros por su íntima y natural vinculación con el problema del espacio; lo que será aún más claro recordando que el nuevo espacio es el de la luz, pues se puede fácilmente demostrar que nuestra imagen óptica depende enteramente de nuestro tamaño.

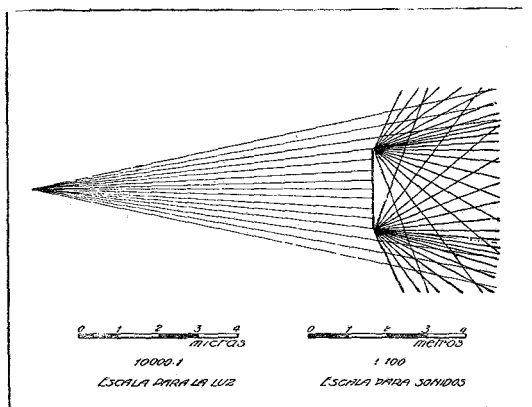


Fig. 10. — La diferencia físicamente relativa entre la propagación óptica y acústica

El hombre percibe las vibraciones ópticas como yuxtapuestas en el espacio, las vibraciones acústicas como una sucesión en el tiempo. Esta diferencia aparentemente primordial, es una simple consecuencia de nuestro tamaño. Un ojo microscópico no percibiría imágenes con nuestra luz común y un “ojo” grande como un lago “vería” los sonidos como formas espaciales. Las vibraciones acústicas de la materia y las ópticas del éter se propagan sensiblemente en rayos rectos, excepto si encuentran obstáculos. Solo que la magnitud de los obstáculos eficaces está relacionada con la de las ondas.

El hombre percibe las vibraciones ópticas como yuxtapuestas en el espacio, las vibraciones acústicas como una sucesión en el tiempo. Esta diferencia aparentemente primordial, es una simple consecuencia de nuestro tamaño. Un ojo microscópico no percibiría imágenes con nuestra luz común y un “ojo” grande como un lago “vería” los sonidos como formas espaciales. Las vibraciones acústicas de la materia y las ópticas del éter se propagan sensiblemente en rayos rectos, excepto si encuentran obstáculos. Solo que la magnitud de los obstáculos eficaces está relacionada con la de las ondas.

Si la figura 10 fuera dibujada con un aumento de 1: 10.000 (siendo el obstáculo un bacterio) ella sería una representación de ondas luminosas; si fuera una reducción de 100 a 1, (siendo el obstáculo una muralla de 2 metros), sería una representación de ondas sonoras. La difracción, como se llama esta inflexión de los rayos cuando pasan por los bordes de un cuerpo opaco, es la misma; la diferencia consiste solo en el tamaño: en un mil millonésimo de milímetro cuadrado, la luz ha perdido su rectilínea mientras las ondas sonoras entrecruzadas llenarían toda una habitación. La difracción acústica cabe por eso en lo usual, y viviendo los animales mayores (los otros no tienen ojos) en un medio en que la propagación rectilínea de los sonidos no se puede averiguar, era superflua la formación de órganos para percibir la dirección de ellos. Al contrario el espacio mínimo del entrecruzamiento luminoso queda imperceptible para nosotros, mirando sin instrumentos: la difracción desempeña aquí su rol en objetos que no son ya de la esfera o del orden humano; y por eso la propagación de la luz se hace prácticamente en línea recta, permitiendo así la formación de órganos para percibir imágenes espaciales.

Solo con nuestros microscopios nos acercamos a las regiones en que la difracción óptica tiene importancia. Aparece aquí en verdad la propagación rectilínea de la luz tan profundamente aniquilada, como la de los sonidos en nuestro mundo familiar; y ahí está por eso el límite teórico e infranqueable de los microscopios. Objetos menores que unos décimos de micrón no nos los mostrará jamás ningún objetivo por poderoso que sea, porque tales objetos no existen para la visión; no hay ya imágenes luminosas que pudieran agrandarse; hay únicamente un entrecruzamiento difuso de rayos. Los límites no son absolutamente fijos. Con ayuda de la luz ultravioleta se percibe un poco más, con ayuda de una iluminación oblicua se ven manchas difusas que acusan la presencia de objetos hasta un cincuentavo de micrón. Más allá termina esto también. Estamos en regiones ópticamente vacías, donde la luz no sirve de nada para dar una imagen del mundo. Si un microbio tuviera los mejores ojos, no podría ver nada; le servirían solo como órganos fotosensibles, para darle sensaciones de claro y oscuro, y acaso los colores, que llenarían todo el espacio; la sensación óptica se efectuaría al modo de nuestro oído. En verdad ninguno de los seres microscópicos tiene ojos: únicamente manchas fotosensibles para la percepción difusa de la luz.

A la inversa se comprende fácilmente, cómo seres bastante grandes llegarían a "ver" los sonidos y también la electricidad,

pues ambas son producidas por vibraciones millones de veces más largas que las de la luz, y el rayo rectilíneo resulta de estos movimientos ondulatorios solo en proporciones también millones de veces mayores. (1)

Tal “mundo eléctrico” tendría ciertamente un “aspecto” en absoluto diferente de nuestro mundo usual. Sin embargo sería el mismo, y podría experimentalmente reducirse a él.

*Los puntos de partida y así mismo los caminos por los cuales se llega a un entendimiento intelectual de la realidad, serían totalmente diferentes para seres de ojos aptos para los rayos X, eléctricos o usuales, pero al fin la verdadera realidad, la de la fórmula, no la de los sentidos, sería en todos los casos la misma.*

Lo dicho vale para todos los fenómenos: la gravedad nos parece p. ej. la fuerza por excelencia, porque su influencia prevalece en nuestro mundo. Pero ya en el mundo de las amibas su influencia es mínima; en su lugar las fuerzas llamadas moleculares determinan todo; cohesión y adhesión, tensión de superficie, rozamiento, presión de luz y osmótica, son nombres aplicados a fuerzas que resultan para el hombre de abstracciones experimentales, pero que son en las células todopoderosas.

Naturalmente existe la gravedad para los cuerpos pequeños y grandes así como las otras fuerzas; mas su eficacia no es aparente, velada como está por las fuerzas más eficientes.

Vemos ya esta influencia en objetos pequeños: apesar de la gravedad las gotas se hacen globos y, bastante pequeñas, flotan en el aire; apesar de la gravedad el mercurio baja en un tubo capilar y el agua sube en una mecha, o más alto aún (hasta más de cien metros) en un árbol. Una fina aguja de acero pulido sobrenada por encima del agua, y una lámina de vidrio mojada queda adherida, si se la ha apretado contra el plano inferior de otro vidrio.

Estos fenómenos, que nos parecen excepciones insignificantes de la gravedad, gobiernan la amiba para la cual las leyes de la gravedad serían excepciones sin importancia. Huelga decir que la amiba, si tuviera inteligencia, por abstracción podría alcanzar también las leyes de la realidad.

Sería fácil multiplicar estos ejemplos. Pero los ya dados bas-

---

(1) Prácticamente las ondas acústicas no podrían servir para la formación de imágenes porque, como movimientos materiales son amortiguadas demasiado pronto por el rozamiento; pero las ondas eléctricas servirían perfectamente.

tan para la demostración de la *influencia que tiene el tamaño de un ser para su concepción sensorial del mundo, mientras su influencia sobre nuestra concepción intelectual de la realidad sería en todo caso nula.*

Y claro está que el tamaño no puede variar sin que muchas otras cosas varíen también. Pero, dicen los relativistas populares, que si todo cambiara simultáneamente, el hombre y su ambiente, las moléculas y los astros, en fin, si el espacio mismo se contrajera o dilatara, este cambio pasaría inadvertido; si un hombre fuese agrandado en un instante millones de veces, no podría averiguarlo, puesto que su habitación y su plumero y todos los otros objetos se hubiesen agrandado del mismo modo! Este rasgo de fantasía barata al cual se ha llamado aún la "relatividad de la magnitud" es muy instructivo si se buscan las faltas en que incurre, pues su suposición fundamental es errónea; el cambio *puede* averiguarse.

Es verdad que el nuevo gigante no *vería* ninguna alteración (suponiendo que pudiera aún ver) y que podría *tocar* como antes a la pared distante ahora mil kilómetros con el mismo movimiento de su brazo (suponiendo que pudiera aun alzarle), pero de otro modo le es muy fácil constatar el cambio: ya sabemos que los cuerpos no pueden agrandarse así no más; el plumero gigantesco se rompería por su propio peso (si simultáneamente con el aumento del volumen la substancia no se hiciese más resistente); y a quien el plumero quebrado sin motivo aparente no le evidenciara el cambio, se lo advertiría ciertamente el no poder levantar más los pedacitos con sus músculos adaptados a una tierra de cinco mil trillones de toneladas y no a otra. (En la nueva tierra de cinco quintillones de toneladas, como consecuencia de su enorme fuerza gravitatoria, que hace de cada gramo un kilo, podrían existir solo seres de unos centímetros de altura).

Que, además del espacio, debiera cambiar, ya el tiempo, ya la energía, se ve claramente en un movimiento rotatorio, p. ej., en una piedra a la que se hace girar con ayuda de un cordón. Tenemos dos velocidades, la de la piedra misma y la angular: las dos no pueden quedar invariables. Permaneciendo inalterada la velocidad angular, la piedra y con ella su *energía actual* aumentará indebidamente; — si queda por el contrario inalterada la velocidad de la piedra, cada rotación se efectuará más lentamente, lo que sería equivalente a un retardo *del tiempo*, pues el hombre cuenta el tiempo por revoluciones. Algo semejante se observaría siempre en el conjunto de tiempo, espacio y energía: ningún factor

puede cambiar sin que los otros cambien también; — los lazos invisibles que existen entre ellos y que llamamos las leyes físicas no lo permiten. Lo permitirían si ellos, como las leyes humanas, pudiesen cambiar según la oportunidad de las circunstancias. Pero en la imposibilidad de tal cambio y en la constancia de las leyes reside justamente la majestad de la naturaleza, y también la teoría de la relatividad. Todo es variable en este mundo, pero las leyes físicas son lo invariable en la naturaleza, aunque no se revelan al hombre directamente, sino solo como relaciones de sus sensaciones.

Tales consideraciones podrían despertar en una persona meditativa dudas sobre si *tiempo, espacio y energía* son cosas aisladas como nos parecen; y las han despertado en verdad: hubo siempre algunos que adivinaron un nexo místico, que ha escapado hasta ahora a nuestras experiencias. Pero cómo ellos tampoco podían palpar las relaciones ocultas, ni menos explicarlas, el asunto quedaba como estuvo hasta que *Einstein* vino probándonos que en verdad tenemos aquí una trinidad real entrelazada por ley invariable: tres aspectos de la realidad única, que es el Dios omnipotente, fuera del cual no existe otro Dios.

Los filósofos nos dirán que este nuevo Dios no es otro que la ya conocida variedad del panteísmo, solo que ahora se le ha dado otro nombre, el de la invariabilidad de las leyes físicas. ¡Que tengan razón! Pues la originalidad no es ningún mérito si se trata de la verdad, y una novedad absoluta no existe tampoco. Tengan por eso razón; pero hay una importante diferencia, que deben concedernos; los viejos dioses fueron todos sensoriales, antropocéntricos y antropomorfos, superhombres con fuerzas y voluntades, hechos a imagen del hombre, aunque en los últimos tiempos se echaba de menos la forma exterior.

Este nombre sagrado que cada uno ha dado al que cree el supremo ser, el creador del mundo, la última realidad y quinta-esencia de la naturaleza, será probablemente en tiempos futuros usado también para la invariabilidad de las leyes, como era usado para el viento y los rayos, para la fuerza y la energía, para el odio y el amor.

Pero todas estas fueron calidades humanas y sensoriales; fueron dioses-hombres. Ahora por primera vez encontraríamos algo de verdaderamente divino, irrepresentable para los mortales con sus conceptos restringidos. Sería el primer Dios hecho no por las sensaciones, sino por la inteligencia.





## § 10.—TIEMPO Y SENSACIONES

«Nuestro tiempo. — El valor temporal de la vida. — Los hombres de un segundo. — La imperceptibilidad de la gravitación. — La marcha de la luz — La equivalencia de los sentidos. — El optimismo científico)

Es posible imaginar que el hombre cambie de tamaño en este mundo (lo que hemos descrito en el comienzo del párrafo anterior). Puede aún imaginarse que todo el espacio cambie en sí, pero ya tenemos demostrado que esto no podría suceder aisladamente; un cambio del espacio tendría como consecuencia una alteración de las leyes físicas o del tiempo. Tampoco es posible un cambio aislado del tiempo en total, es decir una aceleración o moderación de todos los procesos del universo. La íntima interdependencia de espacio, tiempo y energía es justamente la teoría de la relatividad, cuyas leyes consideraremos más tarde. Pero naturalmente así como hemos podido determinar las consecuencias de un cambio parcial del tamaño humano, lo mismo será posible una consideración de un cambio de nuestro tiempo. Pero ¿qué es nuestro tiempo? Sabemos lo que es nuestro tamaño: es uno y medio a dos metros. Empero nuestro tiempo fisiológico, representado por la duración de nuestra vida, es de unos cincuenta a cien años, uno y medio hasta tres mil millones de segundos. Este tiempo de la vida, íntimamente vinculado con los períodos del desarrollo, de la madurez y de la declinación humana, determina la cantidad y calidad de lo que podemos aprender y saber, y es por eso también uno de los factores integrantes que forman nuestro concepto del mundo. Si nuestro tiempo aumentase o disminuyese, si viviésemos más o menos, el mundo nos parecería otro. Es claro, pero no nos enseña el verdadero rol del tiempo a este respecto. El valor que le damos depende aún de otras circunstancias, principalmente de la velocidad de la propagación del principio nervioso, que no es, como todavía creía hace ochenta años el gran fisiólogo *Johannes Müller*, “tan infinitamente rápida que no la mediremos jamás”, sino relativamente muy lenta, puesto que un avión va más ligero que la onda nerviosa en los nervios periféricos del hombre, mientras en los centros del cerebro la velocidad parece mínima; de modo que alcanzará apenas algunos centímetros por segundo. Ahora bien, para que se forme un pensamiento es indispensable que comuniquen entre sí unas cuantas células ganglionares del cerebro, comunicación que naturalmente no puede hacerse más rápidamente de lo que camina el principio nervioso. No es posible pensar algo en una fracción de tiempo tan pequeña como se quie-

ra; el número de nuestros pensamientos está contado: la mayoría de los hombres piensa ciertamente aún menos de lo que es posible, pero el más espiritual, el más ágil para la respuesta no puede traspasar un máximo dado por nuestra organización.

La relación entre el tiempo total de vida y el tiempo necesario para cada pensamiento — lo que se podría llamar el “valor temporal de la vida” — es decisiva para nuestra noción del mundo en cuanto ella depende del tiempo.

Podemos imaginarnos por un momento seres de otra organización que pensarán con la velocidad de la corriente eléctrica en los hilos telegráficos, lo que sería 30 000 000 000 veces más rápido. Estos seres podrían por tal circunstancia vivir un lapso de tiempo proporcionalmente más corto, sin pensar menos en su vida.

Entre la cuna y la tumba de esos hombrecillos habría solo unos centésimos de segundo, pero estos cortos momentos serían tan ricos en sensaciones como una vida humana de sesenta años.

No nos ocupemos de todas las otras diferencias que pudiese haber; preguntémosnos tan solo ¿qué sabría esta humanidad de las leyes de Newton? El movimiento de nuestro mundo no existe para ella; ni sol, ni luna, ni estrellas se mueven sensiblemente, avanzando el sol solo un grado de arco en un tiempo equivalente a aquel en que viviesen hombres sobre la tierra, (un cuarto de millón de años); la piedra no cae, permanece inmóvil, suspendida en el aire, y toda la vida de un hombre apenas basta para averiguar un movimiento, siendo necesarias las tradiciones de cuatro generaciones, las medidas minuciosas y las precauciones especiales de que entretanto nada alterará la caída, para saber que en otro tiempo la piedra estuvo 2 cm. más alto, (la piedra caería en uno de sus propios segundos no 5 metros, sino únicamente 5 milésimos de un micrón).

Nadie se atrevería a pensar que en este movimiento casi imperceptible actuaran las leyes fundamentales que explican la vida, la que naturalmente en ese mundo no sería menos variable que para nosotros, puesto que allí se percibiría directamente un fenómeno, que nosotros podemos solo averiguar indirectamente: la marcha de la luz! Esta luz, que atraviesa toda nuestra tierra en cuatro centésimos de un segundo, pasaría en el micro-mundo majestuosa y lentamente con una velocidad de un centímetro por segundo. Abriendo una ventana se vería como la luz entra, avanza

y en unos cinco minutos alcanza la pared opuesta. (1) Claro que en estas condiciones las leyes de la propagación de la luz que resultan para nosotros de un cálculo difícil, basándonos en experimentos muy delicados, estarían en este mundo al alcance de todos.

*Su* Newton no hubiera descubierto las leyes del movimiento de los cuerpos ponderables, sino primero las del movimiento de la luz; y, como la consecuencia de estas leyes sería nuestra teoría de la relatividad, en aquel mundo todos serían relativistas, aunque, naturalmente, no darían este nombre a sus nociones que creerían absolutas; hasta que surgiera *su* Michelson para hacer un experimento, que probaría, que la piedra se mueve un poquito diferentemente de cómo se mueve la luz, y *su* Einstein para relativar este concepto del mundo añadiendo como una corrección mínima a las leyes de la luz, las incomprensibles e irrepresentables leyes de la caída de la piedra. Resultaría, en fin, otra teoría de la relatividad opuesta a la de nuestro mundo y basada sobre la ley de la gravedad.

Si por otra parte fuésemos tan grandes que pudiésemos jugar a la pelota con los globos celestes y por lo tanto ver algo más que este trozo del mundo que alcanzan nuestros telescopios, pudiera ser que conociéramos otros fenómenos, de los cuales los terrícolas no tienen la menor noción, y que, en cambio de esto, no conociéramos directamente ni luz ni gravedad. Nuestro concepto del mundo sería por consiguiente absolutamente otro.

Tales experimentos imaginarios demuestran la relatividad inevitable de todos los diferentes conceptos que un organismo cualquiera puede tener. La discusión física sobre la limitación necesaria de cada inteligencia imaginable, me parece más provechosa que la quimera Kantiana de un pantonoúmeno (= ser omnisciente): si tal fenómeno pudiese existir, tendríamos el derecho de quejarnos de nuestros sentidos menos perfectos; escepticismo y agnosticismo estarían fundados. Pero visto que se puede probar que un monstruo semejante no es imaginable, y que sentidos esen-

---

(1) Naturalmente esta observación directa de la marcha de la luz es absolutamente imposible, pues necesitaría reacciones psíquicas y por consiguiente también movimientos moleculares de una rapidez comparable a la de la luz, lo que es como veremos aun teóricamente imposible. Sin embargo, tal experiencia imaginativa es al menos lógicamente permitida y nos da una buena idea de la relatividad de nuestro concepto del mundo y su dependencia absoluta de la realidad, aunque no deben confundirse tales ficciones con los verdaderos experimentos imaginativos creadores de los cuales hablaremos en el § 39.

cialmente mejores que los del hombre son también inimaginables, no hay razón para afligirse de la imposibilidad de abrazar sensorialmente el mundo total. *Jamás existirá organismo alguno que pueda conocer la realidad directamente por sentidos internos, externos, innatos o desarrollados; pero indirectamente cada organismo, el hombre como el ser atomístico y el cósmico (1) pueden lograr poco a poco la misma realidad, aunque hubiesen comenzado en muy diferentes puntos.*

Todo camino puede conducir a Roma y cada inteligencia puede llegar a la verdad: no hay fenómeno real que, artificialmente, no pueda ser transformado en una forma de energía, que el organismo percibe. Convirtiendo en luz la electricidad, los rayos X, la radioactividad y mil otros fenómenos, que no afectan nuestros sentidos, los hombres han deducido de la regularidad de sus observaciones las leyes respectivas tan bien y tal vez mejor que si pudiesen verlos directamente (las leyes ópticas en verdad se han descubierto en los fenómenos magneto-eléctricos). Lo que también sería exacto para cada organización diferente: quien no viera nada más que los rayos X o las vibraciones eléctricas podría transformar nuestra luz en rayos que le fueran visibles.

El resultado sería siempre el mismo, pues *la realidad no sería realidad, a menos que los organismos concebibles más diversos, con sus imágenes sensoriales tan diferentes, no lograsen intelectualmente la misma noción de ella. Pero sabiendo que la misma realidad objetiva y científica existe para todos; que ella es el*

---

(1) Ni el ser atómico ni el cósmico cuadrillones de veces más grande o más pequeño que el hombre son necesariamente puros fantasmas como p. ej. el pantonoúmeno de Kant, o seres que serían únicamente billones de veces más grandes o pequeños. No se sabe nada de ellos; pero no hay razón ninguna para negar a-priori que los átomos con sus electrones no son astros con sus planetas o aun mundos enteros (infra-mundos, como dice Fournier à' Albe, que ha calculado sus leyes físicas que por cierto no difieren más que en los coeficientes de las de este mundo). Y si fuesen mundos, sería casi natural que hubiesen desarrollado también una fauna y flora y seres inteligentes — los atomi — o electrónicolas! De igual modo no hay razón ninguna para negar a-priori que todo el sistema de la vía láctea no es una molécula de un mundo superior, en el cual los astros están poblados también de seres inteligentes casi humanos. La diferencia principal sería que tiempo y espacio son en el infra-mundo  $10^{22}$  veces más pequeños, y en el supra-mundo  $10^{22}$  veces más grandes. Son factores numéricos que el físico añade a sus fórmulas para después usarlas con la misma facilidad que sin estos factores. Hemos llegado ya a los electrones, cuyo tamaño se conoce. Otra vez el mismo camino y estamos con los electrónicolas — si existieran!

*foco al que todas las varias imágenes sensoriales convergen, ella nos es segurísima a nosotros.*

Únicamente tenemos que penetrarnos una vez por todas de la tan evidente verdad de que la inevitable relatividad del mundo sensorial de ningún modo excluye la comprensión de lo real, verdadero y absoluto.

Sabiendo esto estamos independizados de la filosofía escéptica, que fué el punto de partida. El relativismo del físico nada tiene de común con el viejo escepticismo, ni con el moderno perspectivismo, ni con el agnosticismo, ni con la filosofía del "como si". Por el contrario: *la noción de la relatividad, físicamente purificada, es la base y la preparación para el triunfo de la noción de lo absoluto real comprendido o aun creado lógicamente por la inteligencia.*

No hay una evolución creadora en el sentido de *Bergson*, pero sí una física creadora; y aunque ella no crea los fenómenos en sí (¡al contrario, es creada por ellos!), los crea al menos para nosotros. Suplantando definitivamente las imágenes sensoriales, crea imágenes intelectuales o matemáticas; destruyendo definitivamente la realidad común y representable (pero variable para cada forma de organismo), crea la realidad única, no representable, pero reconocible para todos los organismos posibles.

Este es el camino de la ciencia, en que la teoría de *Einstein* nos ha hecho adelantar mucho.