

# “Mundos Posibles”

Autor: J. B. S. HALDANE

Editor: JOSE JANES, Barcelona

Título original: ROSSIBLE WORLDS

Traducción del inglés: JUAN G. DE LUACES

Capítulo que se reproduce: EL TAMAÑO MAS AFROPIADO

Comenta el Capítulo: D. EUCLIDES GUZMAN

Me ha parecido importante recomendar la publicación en la interesante revista Técnica y Creación de un extracto del capítulo de este título de “Mundos Posibles”, del biólogo británico J. B. S. Haldane, que se refiere al tamaño más apropiado de las diversas estructuras biológicas de los animales.

A menudo olvidamos en arquitectura esa primordial y difícil acción del arquitecto, que es dimensionar. La curiosa incapacidad del hombre para aprehender magnitudes en forma absoluta, como una de sus tantas limitaciones, le lleva a satisfacerse sólo con la comparación entre magnitudes más o menos conocidas. A lo largo de las edades, ha preferido siempre comparar el tamaño de las cosas con el de su propio cuerpo, como patrón que posiblemente tenía más a mano.

Recuerdo la interesante impresión que me produjo oír a Finleyson la siguiente suposición: Imaginemos —dijo más o menos— que al despertar un día, nos hallamos con que nuestro tamaño ha aumentado al doble que lo habitual. Sin duda nos será fácil darnos cuenta de ello al instante, al comprobar su desacuerdo con la longitud de la cama, de los demás objetos, con el alto de las puertas. Pero imaginemos que al día siguiente, todos los elementos que nos rodean aumentan también al doble su tamaño. Nunca podremos saber si esto ha ocurrido así, o fuimos nosotros los que recobramos nuestra magnitud anterior. Incluso no sabemos —terminó— si en este mismo instante todas las cosas, incluyendo nosotras, estamos aumentando o disminuyendo de tamaño. Mientras tal fenómeno sea proporcional, no podrá ser advertido por nosotros.

Llevando a su significado literal eso de “el hombre es la medida de todas las cosas”, de Protágoras —que ya así resulta fundamental para la arquitectura—, tenemos el cuerpo humano como instrumento, más o menos variable, de medida. El lenguaje es abundante en voces que expresan longitudes relativas al cuerpo del hombre. Recordemos algunas como codo, pie, dedo, espita, palmo, cuarta, jeme, pulgada. Tenemos medidas relativas a la longitud del cuerpo humano, como estado, o estadal, echada; o de capacidad, como lo que cabe en la mano cerrada: puñado, o puño; lo que cabe en el hueco que se forma con las dos manos juntas: almorzada, almuerza, ambuesta, o puñera; cantidad que se puede rodear con los brazos: brazo, etc.

Después de leer el ameno artículo de Haldane, vale la pena considerar si han sido analizadas las magnitudes de las diversas estructuras construidas por el hombre, en función de sus verdaderas posibilidades orgánicas. No de las máximas magnitudes posibles, sino de aquellas más apropiadas a cada caso. Teniendo en cuenta cada vez, no sólo el aspecto de la economía, a que estamos tan acostumbrados, sino el tamaño más apropiado como forma capaz de expresar algo, como entidad que tiene siempre, quiérase o no, alguna relación de magnitud y de proporción con las otras entidades vecinas y, en último término, con el hombre.

# El Tamaño Más Apropiado

(Un capítulo de "Mundos Posibles", de H. Haldane)

Las diferencias más obvias entre los distintos animales son las de tamaño, pero los zoólogos han prestado poca atención a ellas. En un largo libro de texto sobre zoología —que tengo delante— no hallo indicación alguna de que el águila sea mayor que el gorrión, ni el hipopótamo mayor que la liebre, aunque veo ciertas casi forzadas admisiones en el caso del ratón y la ballena. Sin embargo, es fácil probar que una liebre no podría ser tan grande como un hipopótamo, ni una sardina como un cachalote. Porque cada tipo de animal tiene su tamaño más apropiado y conveniente, y un gran cambio de tamaño inevitablemente motiva un cambio de forma.

Examinemos el más claro de todos los gigantes posibles, y consideremos uno de sesenta pies de altura, como los que ilustraban "El viaje del peregrino", que leí en mi niñez. Aquellos monstruos no sólo eran diez veces más altos que Cristián, sino diez veces más anchos y diez veces más gruesos, de modo que pesaban mil veces más que él, o sea, ochenta o noventa toneladas. Por desgracia, sus huesos sólo eran cien veces mayores que los de Cristián, de suerte que cada pulgada cuadrada de hueso de gigante tendría que soportar diez veces más peso que una pulgada cuadrada de hueso humano. Siendo así que el hueso de los muslos humanos se quiebra bajo un peso diez veces —aproximadamente— superior al del hombre, aquellos gigantes se habrían partido los muslos cada vez que intentasen dar un paso. Sin duda, por eso estaban sentados en la lámina en que los recuerdo. Pero esto hace aminorar el respeto de uno por Cristián y Juan, el mata-gigantes.

Volviendo a la zoología, imaginemos que una gacela, gracioso animal de patas largas y flacas, se tornase muy grande. La consecuencia sería una de estas dos cosas: o que sus patas se trocarían en cortas y gruesas, como las del rinoceronte, para que cada libra de peso tuviese adecuados huesos en que sostenerse, o el animal habría de ver comprimido su cuerpo y extendidas sus patas oblicuamente para ganar estabilidad, como la jirafa. He mencionado estas dos bestias, porque ambas son muy perfec-

tas, mecánicamente hablando, y, como la gacela, muy veloces.

La gravedad, mera molestia para el ser humano, no ofrece peligro práctico alguno para los ratones u otros animales pequeños. Si dejáis caer a un ratón desde novecientos metros de altura, sólo sufrirá un leve choque y se alejará tranquilamente. Una rata, en cambio, probablemente, se mataría, aunque puede caer sin riesgo desde un onceno piso; un hombre se mataría; un caballo quedaría aplastado. La resistencia ofrecida por el aire al movimiento es, en efecto, proporcional a la superficie del objeto móvil. Si se dividen por diez las dimensiones de un animal de arriba a abajo, de atrás a delante y de izquierda a derecha, habremos reducido su peso por mil, pero su superficie sólo por cien. Así, la resistencia a la caída en el caso de un animal pequeño es relativamente diez veces mayor que la fuerza impulsora.

Un insecto, por ejemplo, no teme la gravedad. Puede caer sin riesgo y elevarse a un techo con facilidad notoria. Puede andar del modo más airoso y fantástico, como la araña de patas largas. Pero hay otra fuerza tan formidable para el insecto, como la gravitación para el hombre: la tensión superficial. Un hombre, al salir del baño, va cubierto de una película de agua que mide un espesor de un quincuagésimo de pulgada. Esto viene a pesar una libra. Mas, un ratón mojado, lleva sobre sí tanta agua como lo que pesa. Una mosca mojada soporta un peso diez veces mayor que el suyo, y todos saben que una mosca, una vez bañada en agua u otro líquido, se encuentra en una seria situación. Un insecto que va a beber corre tanto peligro como un hombre que se asoma a un precipicio para buscar alimento. Si el bicho es apresado por la tensión superficial del agua, es probable que no pueda librarse y quede allí hasta que se ahogue. Algunos insectos de ribera van provistos de una larga trompa, que les permite beber *sin* tocar el líquido con el cuerpo.

Cierto que los grandes animales terrestres hallan otras dificultades. Necesitan mayor presión sanguínea que el hombre y vasos más recios, y ya que muchos hombres mueren por

ruptura de las arterias —en especial de las cerebrales—, es presumible que este peligro resulte mayor para los elefantes o las jirafas. En general, el mucho tamaño es un inconveniente para todos los animales por una clara razón. Un animal típicamente pequeño, como el gusano microscópico o rotífero, tiene una piel muy blanda, por la que absorbe cuanto oxígeno necesita, un intestino recto de superficie para absorber su alimento y un riñón muy sencillo. Si sus dimensiones se duplican en todas direcciones, su peso se multiplicará por mil, y para usar sus músculos con tanta eficacia, como su minúsculo congénere, necesitará mil veces más alimento y oxígeno al día, dejando también, en consecuencia, residuos mil veces mayores.

Pero si su forma no se ha alterado, su superficie sólo se habrá multiplicado por cien y cada punto dado de su piel ha de absorber diez veces más oxígeno que antes, como cada punto dado de su intestino habrá de absorber diez veces más alimento. Una vez alcanzado el límite de sus poderes de absorción, su superficie habrá de aumentar por algún sistema. O su piel se proyectará hacia afuera, formando agallas, o se recogerá hacia dentro y le formará pulmones para aumentar la superficie absorbidora de oxígeno en proporción al tamaño del animal. Un hombre, por ejemplo, tiene cien varas cuadradas de pulmones. Análogamente, el intestino, en vez de ser blando y recto, es tortuoso y desarrolla una superficie aterciopelada, mientras otros órganos se complican más también. Los animales mayores no son de más tamaño que los pequeños porque sean más complicados, sino que son más complicados porque son mayores. Lo mismo sucede con las plantas. Las más sencillas, como la especie de algas que crecen en el agua estancada o la corteza de los árboles, se reducen a meras células. Las mayores aumentan su superficie, criando raíz y hojas. La anatomía comparativa nos enseña la historia del esfuerzo para acrecer la superficie en proporción al volumen.

Algunos de los métodos de aumento de superficie son útiles hasta cierto punto, pero consienten más amplia adaptación. Mientras los vertebrados llevan a todo el cuerpo, mediante la sangre, el oxígeno que recogen sus branquias o pulmones, los insectos toman el aire directamente mediante minúsculos con-

ductos o tráqueas que se abren a la superficie en muchos puntos diferentes. Merced a sus movimientos respiratorios pueden renovar el aire en la parte más exterior del sistema traqueal, pero el oxígeno ha de entrar en las ramificaciones más finas, mediante difusivos. Los gases se difunden a través de las distancias pequeñas, no mucho mayores a la longitud media que recorre una molécula de gas entre colisiones con otras moléculas. Pero el largo viaje —largo desde el punto de vista de una molécula— de un cuarto de pulgada, convierte ese proceso en cosa lenta. Por eso las proporciones del cuerpo de un insecto que distasen del aire un cuarto de pulgada se hallarían escasas de oxígeno. En consecuencia, pocos insectos hay que midan más de media pulgada de espesor. Ciertos animales terráqueos del tipo de los cangrejos están contruidos sobre el mismo plan que los insectos, pero de modo mucho más rudimentario. Sin embargo, llevan oxígeno a su sangre como nosotros, y esto les permite aventajar mucho a los insectos en tamaño. Si los insectos tuviesen una organización que les permitiera conducir el aire al interior de sus tejidos, en lugar de dejarse “empapar” por él, podrían tener el tamaño de langostas, aunque otras consideraciones les impedirían alcanzar el volumen de un hombre.

Iguales dificultades se presentan en el vuelo. Es un elemental principio de aeronáutica el de que la velocidad mínima precisa para mantener en el aire un avión de determinado tamaño varía con la raíz cuadrada de su longitud. Si sus dimensiones lineales aumentan cuatro veces, necesitan volar dos veces más de prisa. A la vez, la potencia necesaria para alcanzar la velocidad mínima, crece más rápidamente que el peso del aparato. Así, un aeroplano grande que pese 64 veces más que uno pequeño, requiere, para sostenerse, 128 veces la potencia del último en caballos de vapor. Aplicando los mismos principios a los pájaros, hallamos que el límite de su tamaño se alcanza pronto. Un ángel, cuyos músculos no desarrollasen, en proporción a su peso, más potencialidad que los del águila o una paloma, necesitaría un pecho con una proyección de no menos de cuatro pies para albergar los músculos de sus alas, a la vez que, para economizar peso, sus piernas se habrían reducido a meros palillos. De hecho un ave grandé,

como el águila, no se mantiene en el aire principalmente por el movimiento de sus alas. Por lo general, suele balancearse sobre una columna de aire ascendente. Este mismo balanceo se dificulta tanto más cuanto mayor es el tamaño. De lo contrario, las águilas serían grandes como tigres y peligrosas como aviones para el hombre.

Pasemos a las ventajas del tamaño. Una de las más obvias es que permite conservar más el calor. Todos los animales de sangre caliente pierden, cuando descansan, una cantidad de calor, en razón directa de su superficie cuadrada y no de su peso, por cuyo motivo han de comer en proporción, no a su peso, sino a su superficie. Cinco mil ratones pesan tanto como un hombre. Su superficie combinada y su consumo de alimentos y oxígeno son unas 17 veces más que la de un hombre. Así, el ratón viene a comer diariamente la cuarta parte de lo que pesa, y la mayoría de su alimento se destina a conservarle caliente. Por esta causa, los animales pequeños no pueden vivir en los países fríos. En las regiones árticas no hay reptiles, anfibios ni mamíferos pequeños. El mamífero más pequeño de Spitzberg es el zorro. Los pájaros menudos emigran en invierno y los insectos mueren, aunque sus huevos pueden sobrevivir seis o más meses a la escarcha. Los mamíferos mejor logrados a este respecto son los osos, focas y morsas.

Análogamente, el ojo es un órgano poco eficaz hasta que alcanzan un tamaño suficiente. El interior del ojo humano, sobre el que se fijan las imágenes externas y que corresponde a la película de una cámara fotográfica, se compone de una red de minúsculos elementos, cuyo diámetro es poco mayor que la longitud de una onda luminosa media. Cada ojo posee cosa de medio millón de esos elementos, y para que dos objetos sean distinguibles, sus imágenes han de impresionar elementos oculares separados. Es obvio que con menos y mayores elementos de esos, veríamos con menor claridad. Si fueran dos veces mayores, dos puntos deberían estar dos veces más apartados para que pudiésemos distinguirlos a una distancia dada. Si, en cambio, su tamaño disminuyera y su número aumen-

tase, no veríamos mejor, porque es imposible formar una imagen definida más pequeña que la longitud de una onda luminosa. De aquí que el ojo de un ratón no sea una reproducción reducida de un ojo humano. Sus elementos no son mucho más pequeños que los nuestros, y, por lo tanto, tienen muchos menos. A seis pies de distancia, un ratón no distinguirá un rostro humano de otro rostro humano. Para que puedan serle de algún uso, los ojos de los animales pequeños son, por comparación a sus cuerpos, mucho mayores que los nuestros. En cambio, los animales grandes sólo necesitan ojos relativamente pequeños, y los del elefante o la ballena son de poco más tamaño que los nuestros.

Por otras y recónditas razones, los mismos principios generales rezan con el cerebro. Comparando el peso de los cerebros de varios animales muy semejantes, como el gato, el leopardo y el tigre, hallamos que a cuádruple peso de cuerpo sólo corresponde doble peso de cerebro. El animal mayor, con huesos proporcionados a su tamaño, puede economizar cerebro, ojos y otros órganos.

Estas son unas pocas de las consideraciones que prueban que cada animal tiene el tamaño justo que le conviene. Hay todavía gentes que, a despecho de que Galileo probó lo contrario hace 300 años, piensan que si una pulga tuviese dimensiones de un hombre, podría dar saltos de mil pies. De hecho, los saltos que puede dar un animal más bien son independientes de su tamaño que proporcionarles a él. Una pulga salta dos pies, y un hombre cosa de cinco. Saltar una altura dada exige, prescindiendo de la resistencia del aire, un gasto de energía proporcional al peso del saltarín. Mas, si los músculos del salto forman una fracción constante del cuerpo del animal, la energía desarrollada por cada onza de músculo es independiente del tamaño, siempre que pueda desarrollarse con bastante rapidez en el animal pequeño. Los músculos de un insecto, aunque se contraen más de prisa que los nuestros, parecen ser menos eficientes. De lo contrario, una pulga o una cigarra podría elevarse 6 pies en el aire.

Es, pues, cierto que cada animal tiene el tamaño más apropiado.