

1. Gulliver y los gigantes

Si se lee en las Aventuras de Gulliver sobre los gigantes que son doce veces mayores que los hombres de estatura normal, se imagina sobre todo cuántas veces más fuertes serán. Incluso el mismo autor de las Aventuras dota a sus "gigantes" de fuerzas legendarias. Pero esto es completamente falso y contradictorio con las fuerzas de la Mecánica. Es fácil convencerse de que los gigantes no sólo pueden ser doce veces más fuertes que las personas normales sino que por el contrario, deben ser relativamente tantas veces más débiles.

Ante nosotros vemos de pie a Gulliver y al gigante que es doce veces mayor que él. Ambos levantan sus manos derechas. El peso de la mano de Gulliver es igual a p , y el de la del gigante igual a P . El primero alza el centro de gravedad de su mano a la altura h , y el segundo a la altura H . Esto quiere decir que Gulliver realiza un trabajo ph , y el gigante un trabajo PH . Buscamos la correlación entre ambas cantidades. El peso P de la mano del gigante es tantas veces mayor que el peso p de la mano de Gulliver cuantas veces mayor es su tamaño, es decir, 123. La altura H es doce veces mayor a la altura h . Así pues

$$P = 12^3 \times p$$

$$H = 12 \times h$$

De ahí resulta que $PH = 12^4 ph$, es decir, al subir la mano el gigante debe aplicar un trabajo 12^4 veces mayor que un hombre de tamaño normal. ¿Tiene, por tanto, el gigante una mayor capacidad de trabajo? Para calcular esto hace falta utilizar la comparación de las fuerzas musculares de ambos seres y previamente quiero referirme aquí a una parte de un curso de Fisiología.

"En casos de músculos con fibras paralelamente dispuestas, la altura hacia la cual se puede subir una carga depende de la longitud de ellas, y el peso que puede tener esta carga depende de la cantidad de las fibras y del modo como la carga se distribuye entre ellas. Por esto, de dos músculos de la misma longitud y calidad puede realizar más trabajo aquel que posee más área de sección; pero de dos músculos con la misma área de sección, aquel que es más largo. Si para la comparación tomamos dos músculos de diferentes longitudes y campos de sección, entonces produciría más trabajo aquel que poseyese la mayor cantidad de ambos, es decir, que poseyese más unidades cúbicas". Si aplicamos lo dicho a nuestro caso, sacamos la conclusión de que la capacidad productiva del trabajo del gigante debe ser 12^3 veces mayor a la de Gulliver (con relación a los músculos de ambos). Si indicamos la capacidad de trabajo de Gulliver con w , y la del gigante con W , tenemos la relación

$$W = 12^3 w$$

Esto quiere decir que alzando su mano, el gigante debe realizar un trabajo 12^4 veces mayor que Gulliver, pero la capacidad de trabajo de sus músculos sobrepasa a la de Gulliver sólo en 12^3 . Es claro que para él es doce veces más difícil realizar sus movimientos que a Gulliver. En otras palabras, el gigante es relativamente 12 veces más débil que Gulliver; para el servicio de un gigante corresponden en el ejército no los servicios de 1728 soldados normales (es decir 12^3) sino el servicio de 144 soldados normales. Si Swift tuvo el deseo de que sus gigantes fuesen tan libres en sus movimientos como los hombres de estaturas normales, él debió dotarles de músculos "enormes" cuyo volumen es 12 veces mayor de lo que exige la proporcionalidad. Para esto deben tener un diámetro de $\sqrt[3]{12}$, es decir deben ser $3\frac{1}{2}$ veces mayor que los del cuerpo de un hombre de una estatura proporcional. En este caso los huesos que tienen que soportar unos músculos tan grandes deben ser extraordinariamente macizos. ¿Pensó Oliver Swift en que sus gigantes debían parecer más bien hipopótamos debido a su peso y su torpeza?

2. ¿Por qué los hipopótamos son torpes?

No por casualidad me refiero a los hipopótamos. La masa y el volumen de estos animales se explican fácilmente por lo expuesto en el artículo anterior. En la naturaleza no pueden existir

seres con tamaños enormes, que sean, al mismo tiempo, ágiles y graciosos. Comparemos el hipopótamo (de 4 metros de longitud) con la ardilla (de 15 centímetros de longitud). Las formas extrínsecas de sus cuerpos son aproximadamente semejantes, Pero nosotros ya hemos explicado que los animales geoméricamente semejantes no pueden poseer el mismo movimiento libre. Si los músculos del hipopótamo fuesen geoméricamente semejantes a los músculos de la ardilla, el hipopótamo sería en relación a la ardilla.

$400 / 15 \approx 27$ veces más débil

Para poder compararse con la ardilla en agilidad, los músculos del hipopótamo deberían ser aún 27 veces más voluminosos de lo que son, en relación a la proporcionalidad, pero esto significaría al mismo tiempo que su diámetro debería ser $\sqrt[3]{27}$, es decir, 3 veces mayor.

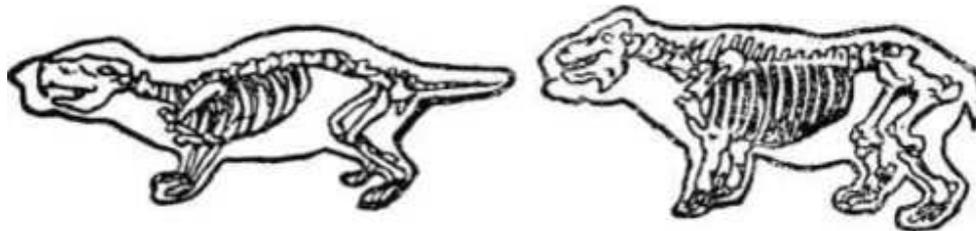


Figura 80. El esqueleto de un hipopótamo (a la derecha) comparado con el de una ardilla, reducidos al mismo tamaño. Se observa la desproporción de los huesos del hipopótamo

Con relación a ellos los huesos debían ser capaces de aguantar tales músculos. Ahora es comprensible, el por qué el hipopótamo es tan torpe y gordo y posee un esqueleto tan macizo. El dibujo 80, en el cual se reflejan la misma medida y los mismos contornos exteriores de ambos animales, resalta claramente lo expuesto por nosotros. La siguiente tabla afirma que en el mundo de los animales reinan leyes generales según las cuales cuanto mayor es el animal tanto mayor es el porcentaje que en su peso ocupa el esqueleto.

<u>Mamíferos</u>	<u>Peso del Esqueleto</u>	<u>Pájaros</u>	<u>Peso del Esqueleto</u>
Musaraña	8,0%		
Ratón	8,5%	Abadejo	7,0%
Conejo	9,0%	Gallina	12,0%
Gato	11,5%	Ganso	13,5%
Perro (tamaño medio)	18,0%		

3. La estructura de los animales terrestres

Muchas estructuras especiales de los animales terrestres están basadas en la aplicación natural de aquella simple ley mecánica de que la capacidad del trabajo de sus extremidades es proporcional a la 3^{ra} potencia de su longitud, pero para realizar cualquier trabajo es imprescindible agregar la 4^{ta} potencia. Por esto, cuanto más grande es el animal tanto más cortas son sus extremidades: patas, alas y antenas. Extremidades muy largas se observan únicamente entre los animales terrestres más pequeños. Para todos es conocido que la araña puede ser mencionada como ejemplo de un animal de patas largas. Las leyes de la mecánica no impiden la existencia de formas semejantes, porque la cantidad de su peso no es muy grande. Sin embargo tales animales con un tamaño grande, por ejemplo, con el tamaño de un zorro, serían mecánicamente imposibles: las piernas no soportarían el peso del tronco y perderían su movilidad. Solamente en el océano, donde el peso de los animales se equilibraría por la fuerza del agua que lo empuja, pueden existir formas de animales tan extrañas; por ejemplo, el cangrejo de aguas profundas a cuyo cuerpo de medio metro, corresponden unas piernas de tres metros de longitud. Bajo la acción de estas leyes se efectuó también el desarrollo de los diversos animales. Las extremidades de las personas adultas son siempre más cortas que las de los fetos; el

crecimiento del tronco supera al crecimiento de las extremidades, gracias a esto se establece la realización conveniente entre la musculatura y el trabajo, imprescindible para el desplazamiento.

El primero que se interesó por estos interesantes problemas fue Galileo. En su libro: *Conversaciones para dos nuevas ramas de la ciencia*, en el cual fueron expuestos las bases de la Mecánica, dedica un importante lugar a tales problemas como los de los animales y plantas de tamaños desmesurados, "de los esqueletos de los animales gigantes y demás" y de los tamaños posibles de los animales que viven en el agua, etc.

Volveremos a tratar de estos problemas al final del capítulo.

4. El Destino de los monstruos prehistóricos

Así las leyes de la Mecánica ponen algunos límites al tamaño de los animales. Aumentando la fuerza absoluta de los animales, el gran tamaño de éstos disminuye su movimiento porque condiciona una masa no proporcional de sus músculos y de su esqueleto. Lo uno y lo otro pone al animal en condiciones desventajosas en relación a la obtención de los alimentos. Las exigencias de los alimentos crecen con el aumento de las medidas de los animales, y la posibilidad de lograrlos disminuye (debido a la disminución de la movilidad).



Figura 81. Un gigante de las primeras épocas geológicas, trasladado a una ciudad actual.

Habiendo existido en los principios de la formación de la fauna, algunos animales de enormes tamaños, sus necesidades de alimentación sobrepasaron la posibilidad de lograrla. Este aspecto los condenó poco a poco a perecer. Hemos visto que los animales gigantes de las primeras eras geológicas han desaparecido unos tras otros de la arena de la vida. De todas las diversas formas, creadas por la naturaleza en medidas enormes, únicamente algunas han podido sobrevivir hasta nuestros días. Los más grandes de ellos, por ejemplo, los reptiles gigantes no tenían capacidad para poder seguir viviendo. Entre las numerosas causas que produjeron la exterminación de los animales gigantes de la época primitiva de la tierra, las leyes mecánicas ahora mencionadas, habrán ocupado uno de los lugares más destacados. La ballena no la podemos tener en cuenta en este sentido, porque vive en el agua, en condiciones incomparables y todo lo aquí dicho no se puede referir a ella (véase la viñeta este capítulo).

Es posible plantear el problema del modo siguiente: si los tamaños grandes no son útiles para la vida de los organismos, ¿por qué la evolución no marchó en dirección a una simple disminución de las mismas formas grandes de los animales? La causa está en que las formas grandes no son más fuertes que las pequeñas sino que son relativamente más débiles. Si observamos otra vez el ejemplo de las Aventuras de Gulliver, entonces veremos que siendo

para el gigante 12 veces más difícil, es 1758 veces mayor; si disminuimos esta carga en 12 veces, es decir, si la hacemos aguantable para los músculos del gigante, tendremos siempre una carga 144 veces mayor a la que soporta levantar la mano que a Gulliver el peso del mencionado gigante Gulliver. Por esto es comprensible que en la lucha de las formas gigantes de los animales con los animales más pequeños, los primeros tenían una ventaja extraordinaria. Pero en estos casos de choques entre enemigos de diferentes tamaños es favorable exponer a los animales gigantes a condiciones inaguantables para ellos en otro sentido (falta de abastecimiento de alimentos).

5. Quién salta más

Muchos se asombran de los saltos que dan las pulgas (hasta 40 centímetros), lo que sobrepasa en varios centenares de veces su propio tamaño; no pocas veces se oye la opinión de que el hombre podía compararse con la pulga sólo en el caso de que fuese capaz de saltar a una altura de $1,7 \times 100$, es decir a 170 metros. El cálculo mecánico restablece la reputación del hombre. Para facilitar el cálculo consideremos el cuerpo de la pulga geoméricamente igual al cuerpo del hombre. Si la pulga pesa p kilogramos y salta a la altura de h metros, entonces realiza con cada salto ph kilográmetros de trabajo. El hombre, sin embargo, realiza en cada salto PH kilográmetros de trabajo, si P es el peso de su cuerpo y H es la altura del salto (por cierto que esto es igual a la subida de su fuerza de gravedad). Así como el hombre es 300 veces mayor en tamaño que la pulga, también el peso del cuerpo puede ser igual a $300^3 p$, y por lo tanto, el trabajo del salto del hombre es igual a $300^3 ph$. Esto es:

$$300^3 H / h \text{ veces}$$

más trabajo que el de la pulga. La capacidad para realizar este trabajo por parte del hombre, la debemos considerar 300^3 veces mayor que la que posee la pulga. Por eso tenemos derecho a exigir de él un gasto de energía que es 300^3 veces mayor porque si

$$\text{Trabajo del hombre} / \text{trabajo de la pulga} = 300^3$$

debe resultar la ecuación:

$$300^3 H/h = 300^3$$

entonces $H = h$

Por esto el hombre se puede comparar con la pulga en el arte de saltar incluso en el caso en que levante el centro de gravedad de su cuerpo a la misma altura a la que salta la pulga, es decir a 40 centímetros.

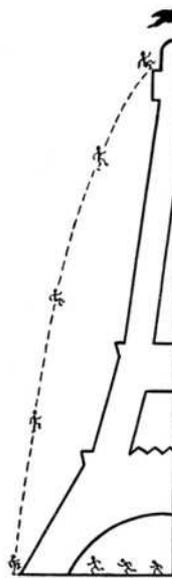


Figura 82. Si el hombre saltara como la pulga

Tales saltos los hacemos continuamente y por tanto no tenemos que envidiar en nada a las pulgas en lo referente a su arte de saltar. Si este cálculo no parece bastante convincente, debe recordarse que saltando 40 centímetros, la pulga levanta sólo su propio peso insignificante. El hombre, por el contrario, arrastra una carga de 300^3 , es decir, 27 millones de veces mayor. 27 millones de pulgas que saltan al mismo tiempo, levantan en su conjunto una carga igual al peso del cuerpo humano, y, por lo tanto, la comparación es indudablemente en favor del hombre, porque él puede saltar mucho más alto que 40 centímetros. Ahora es comprensible el porqué los animales con tamaños pequeños realizan saltos relativamente muy grandes. Si los saltos de los animales iguales en su adaptación para los brincos (debido a la construcción de sus extremidades inferiores) se comparan con el tamaño de sus cuerpos, tenemos las siguientes cifras:

- El grillo salta 30 veces la longitud exacta de su cuerpo.
- El gerbo salta 15 veces la longitud exacta de su cuerpo.
- El canguro salta 5 veces la longitud exacta de su cuerpo.

6. Quién vuela más

Si deseamos comparar exactamente la capacidad de los diversos animales para volar, debemos recordar que la acción del golpe de las alas depende de las condiciones de la resistencia del aire; esta última depende, en caso de una velocidad proporcional del movimiento de las alas, del tamaño de su superficie. Esta superficie en caso de un aumento del tamaño del animal, crece proporcional al segundo grado del crecimiento de su longitud, mientras que su peso (sin el cuerpo) crece proporcional al tercer grado de su aumento en longitud. La carga de 1 cm^2 de un ala crece por esto según el aumento del tamaño del ave. Las águilas del país de los gigantes (en las Aventuras de Gulliver) deben aguantar por 1 cm^2 de sus alas una carga 2 veces mayor en comparación con un águila corriente y eran por tanto, naturalmente, mucho peores voladoras que las águilas diminutas del país de los liliputienses que tenían que aguantar una carga 12 veces menor como las de las águilas normales.

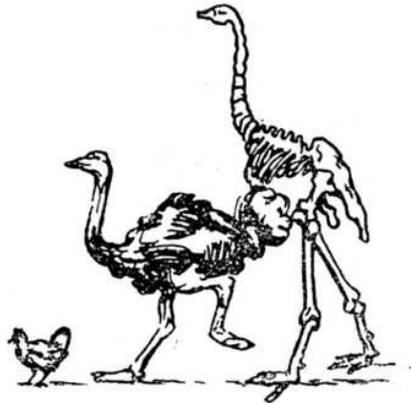


Figura 83. El avestruz junto a un esqueleto del pájaro epiornes de Madagascar, actualmente desaparecido. A la izquierda, una gallina

Si pasamos de los animales imaginados a los animales reales encontraremos los siguientes números sobre las cargas que tienen que aguantar por 1 cm.² de alas (el peso del animal):

Insectos

Libélula (0,9 gramos).....0,04 gramos

Mariposa del gusano de seda (2 gramos).....0,10 gramos

Aves

Golondrina ribereña (209 gramos).....0,14 gramos

Halcón (260 gramos).....0,38 gramos

Águila (5.000 gramos).....0,63 gramos

Veremos que cuanto mayor es el animal volátil, tanto mayor es la carga que pesa sobre 1 cm² de sus alas. Es claro que para el aumento del cuerpo del pájaro debe existir un límite. Cuando este límite ha sido pasado, el pájaro ya no puede mantenerse con sus alas en el aire y no es casual que los pájaros más grandes han perdido su capacidad de volar. Tales gigantes del mundo emplumado como el casuario que tiene casi el tamaño de un hombre, el avestruz (2,5 m) o el epiornis, un pájaro todavía mayor oriundo de Madagascar, hoy extinguido (5 m), no tienen capacidad para volar; volaron únicamente sus antepasados menos grandes, los que por último debido a la falta de uso perdieron su capacidad de volar y los que al mismo tiempo adquirirían la posibilidad de aumentar su tamaño.

7. La caída inofensiva

Los insectos caen sin hacerse daño de tales alturas desde las cuales nosotros no nos decidiríamos a saltar. Para salvarse de sus perseguidores, algunos de estos animales se tiran con ímpetu desde árboles muy altos y caen en tierra sin hacerse ningún daño. ¿En qué consiste esto?

Cuando un cuerpo de tamaño no muy grande choca con un obstáculo, interrumpe entonces casi en el acto, sus movimientos en todas las partes de su cuerpo; así, en caso de un golpe, una parte del cuerpo no oprime a la otra. Otra cosa es la caída de cuerpos grandes: si la parte inferior interrumpe, debido al golpe, su movimiento, la parte superior continúa moviéndose y produce a las partes inferiores, fuertes presiones. Estas son las conmociones que son mortales para el organismo de los seres vivos grandes. Para 1,728 liliputienses que caigan de un árbol como gotas de lluvia, el daño sería pequeño, pero si estos mismos liliputienses cayeran como una bola compacta, los de arriba aplastarían a los de abajo. El hombre de tamaño normal es una tal bola compacta de 1,728 liliputienses.

Esta es la causa principal de la inocuidad de la caída de los seres pequeños. La segunda causa

consiste en la mayor flexibilidad de sus partes. Cuando más delgadas son las barras o las piezas planas tanto más flexibles son ante la acción de las fuerzas exteriores. Los insectos de tamaño muy delgado son 100 veces menos gordos que los mamíferos.

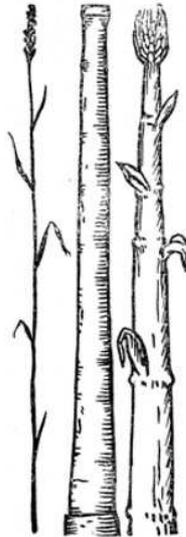


Figura 84. Una paja de trigo, una chimenea de una fábrica y una paja aumentada imaginariamente a la altura de 140 metros.

Por esto, como indica la fórmula de la teoría sobre la elasticidad, las partes de sus cuerpos son mucho más elásticas en caso de un golpe. Nosotros ya sabemos que cuando el golpe es repartido en una ruta de una longitud 100 veces mayor, entonces su acción es tantas veces más blanda.

8. Por qué los árboles no crecen hasta el cielo

"La naturaleza tiene cuidado de que los árboles no crezcan hasta el cielo", dice un proverbio alemán. Veamos cómo se realiza este "cuidado". Imaginemos el tronco de un árbol que se sostiene sólidamente por su propio peso cuya longitud se aumentaría en 100 veces. Como consecuencia de esto el peso del tronco se aumentaría en 100^3 , es decir 1.000,000 de veces. La resistencia de este tronco sucumbiría debido a que su sección aumentaría solamente 100^2 , es decir, en 10,000 veces. Cada cm^2 de la sección del tronco recibiría entonces 100 cargas completas. Es claro que en caso de un verdadero aumento del crecimiento del árbol —si éste quedase geoméricamente igual a sí mismo— el peso correspondiente destruiría su base. Para que no se parta un árbol muy alto debe ser grueso en su base en desproporción con el resto. Pero el aumento de la grosura aumenta naturalmente también el peso del árbol, es decir, aumenta la carga sobre la base. Esto quiere decir que para los árboles debe haber un tal límite de altura después del cual un aumento mayor ya no es posible o el árbol se quiebra. Por esto "los árboles no crecen hasta el cielo".

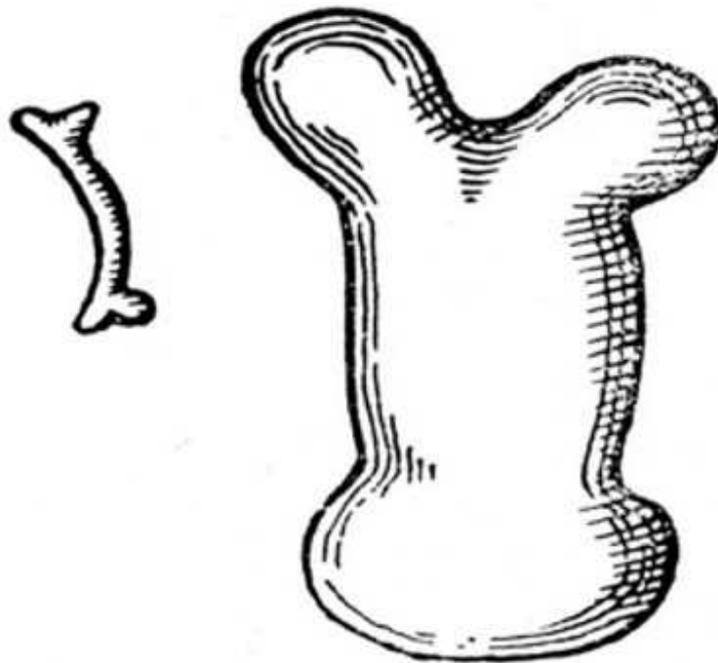
Nos asombra la estabilidad extraordinaria de la paja que alcanza por ejemplo en el centeno una altura de $1\frac{1}{2}$ metro con un grosor tan insignificante de 3 mm. La obra más perfecta del arte de la construcción —una chimenea de una fábrica cerca de Freiberg (Alemania) — tiene una altura de 140 metros con un diámetro medio de 5,5 m. Su altura en total abarca 26 veces a su grosor, mientras que en el caso de la paja del centeno esta relación es igual a 500. Aquí sin embargo, no es posible considerar como causa para esto, el que las obras de la naturaleza son mucho más completas que el arte humano. El cálculo nos enseña (lo presentamos aquí con algunas complicaciones) que si en la naturaleza fuese posible crear tallos de 140 metros de altura, de la clase del tubo de la paja del centeno, su circunferencia debería ser aproximadamente 3 metros; sólo así el tallo correspondería a la solidez de una paja de centeno. Esto se diferencia poco de lo que ha creado la técnica humana.

El crecimiento desproporcionado de las formas de las plantas en relación al crecimiento de su altura, es fácil de demostrar en una serie de ejemplos. Si la paja del centeno (1½ m.) sobrepasa su grosor en 500 veces, en el caso del palo de bambú (30 m) la relación es igual a 130, en el caso del pino (40 m) la relación es igual a 42 y en el caso del eucalipto (120 m) la relación es igual a 28.

9. De un libro de Galileo.

Terminemos esta parte del libro con algunas citas de la obra del descubridor de la Mecánica, Galileo en *Conversaciones sobre las dos nuevas ramas de la ciencia*.

Salvatio. Vemos claramente la imposibilidad no sólo para el arte sino también para la naturaleza misma de aumentar ilimitadamente las medidas de sus creaciones. Así no es posible construir barcos, palacios y templos de tamaños enormes, cuyos mástiles, vigas, esqueletos de hierro, en una palabra, cuyas partes integrales fuesen bastante sólidas. Por otra parte, tampoco en la naturaleza pueden existir árboles infinitamente altos porque sus ramas sucumbirían bajo la fuerza de su propio peso. Del mismo modo no es posible imaginarse un hueso de un hombre, de un caballo o de cualquier clase de animal de un tamaño tan enorme que correspondiese a un tamaño que sobrepasase al tamaño corriente de los seres vivos; los seres vivos, sin embargo, pueden sobrepasar su tamaño normal únicamente cuando la sustancia de sus huesos sea más sólida y fuerte que en los casos acostumbrados o si sus huesos se transformasen aumentando su circunferencia, lo que provocaría que también la estructura y el aspecto exterior de los animales tendría que ser mucho más grueso. Esto ha sido previsto por un conocido poeta (Ariosto, en la obra *Orlando furioso*), donde éste, escribiendo sobre los gigantes dice: "Debido a su gran tamaño, sus extremidades eran tan gruesas, que su aspecto era verdaderamente horroroso."



"Como ejemplo, quiero demostrarle a ustedes lo anteriormente dicho por el dibujo de un hueso alargado sólo tres veces pero aumentado en grosor a tales medidas que pueden servir a animales de gran tamaño correspondientes a los mismos tamaños de un pequeño hueso de un animal de estatura normal. Se puede ver qué grosor terrible impone un tal aumento. De ello resulta claro, el que si se quiere conservar las proporciones del cuerpo en el caso del gigante, haría falta encontrar para la construcción de los huesos, materiales más útiles y sólidos o nos

tendríamos que conformar con que los cuerpos grandes posean una fuerza relativamente menor que los cuerpos de los hombres con tamaño normal; el aumento de las medidas hasta cantidades extraordinarias traería como consecuencia que el cuerpo fuese aplastado y sucumbiese bajo la gravedad de su propio peso. Por el contrario, vemos que en el caso de la disminución del tamaño de los cuerpos, no se disminuye en la misma proporción su solidez; en cuerpos más pequeños se efectúa incluso un aumento relativo de la solidez; así pienso yo que un perro no muy grande puede llevar sobre sus espaldas dos o tres perros igual que él, mientras que un caballo no puede llevar sobre sus espaldas ningún otro caballo de igual tamaño que él.

Simplicismus . Tengo bastantes razones para dudar de la justeza de lo dicho por usted, porque a una gran cantidad de cuerpos, que encontramos entre los peces, como por ejemplo la ballena que por su tamaño, si no me equivoco es igual a decenas de elefantes y a pesar de esto no se desploma por el peso de su cuerpo.

Salvatio . Vuestra opinión, Sr. Simplicismus, plantea ante mí la tarea de recordar todavía una de las condiciones expuestas ya en el comienzo, en las cuales los gigantes y los animales de gran tamaño pueden vivir y moverse no peor que los pequeños. En estas condiciones, en lugar de aumentar el contorno y la solidez de los huesos y de otras partes, lo que a su vez aumenta su peso y el peso de las partes decisivas del cuerpo se puede efectuar una estructura y proporción de los huesos que disminuye de modo decisivo el peso de toda la materia, como por ejemplo de los huesos y partes del cuerpo que están cerca y sostenidos por ellos. Este segundo camino lo realiza la naturaleza en el caso del pescado cuyos huesos y otras partes del cuerpo no sólo están hechas de materias mucho más ligeras sino que son de un peso insignificante.

Simplicismus . Un bonito aspecto para terminar su discurso, Sr. Salvatio, usted quiere decir que como el lugar donde viven los peces es el agua, la cual debido a la fuerza de su gravedad rebaja el peso de los cuerpos sumergidos en ella, la materia de la cual está compuesto el pescado pierde peso en el agua y por lo tanto no puede tener un sobrepeso. Sin embargo, esto no es bastante para mí, porque a pesar de que se puede objetar el que los huesos del pescado no sobrecargan al cuerpo, la materia de estos huesos tiene peso. ¿Quién puede afirmar que la costilla de una ballena, tan grande como una viga, no tiene un peso importante que puede caer al fondo del mar? Pero según su teoría, un cuerpo de tal tamaño como el de la ballena no puede existir en la tierra.

Salvatio . Para poder mejor contestar a sus dudas he planteado al comienzo ante usted el problema: ¿No ha visto usted a veces a un pescado en aguas tranquilas, inmóvil, que no baja hasta el fondo ni sube a la superficie, ni realiza ningún movimiento?

Simplicismus . Este a que usted se refiere, es un fenómeno generalmente conocido.

Salvatio . Pues si los pescados pueden permanecer en el agua sin movimiento entonces esto es claro testimonio de que todo el conjunto general de sus cuerpos es igual al peso del agua, y como en sus cuerpos hay partes más pesadas que el agua, debe haber otras partes más ligeras que el agua que producen este equilibrio. Como los huesos son más pesados, la carne o los otros órganos deben ser más ligeros que el agua y ellos deben equilibrar, por su peso bajo, el peso de los huesos. De tal modo, en el agua se efectúa completamente lo contrario de lo que hemos visto en los animales terrestres: mientras que en el caso de estos últimos los huesos soportan su peso y el de la carne, en el caso de los animales que viven en el agua, la carne no sólo soporta su peso sino también el peso de los huesos. De tal modo no es extraño que animales tan grandes puedan existir en el agua y no en la tierra, es decir en el aire.

Sagredo . A mí me ha gustado mucho la exposición del señor Simplicismus. El problema ha sido planteado exactamente por él y también ha sido explicado. Yo deduzco de ello, el que si uno de tales animales viviese en la superficie de la tierra no podría sostenerse mucho tiempo, porque los enlaces entre los huesos pronto se quebrantarían y el cuerpo se desplomaría".

QUE GRAN PEDADAGOGO ES YAKOV.

APORTE DEL ORIENTADOR DANIEL TRUJILLO LEDEZMA 2009.

