

ART TO ZOO

News for Schools from the Smithsonian Institution Office of Elementary and Secondary Education. Washington, D.C. 20560. Winter, 1987

(Traducción: Rocío Álvarez. GPDM. Bariloche. 2007)

¿Un ratón como una casa?

¿Un elefante de bolsillo?

Cómo el tamaño da forma a los animales y cuáles son los límites.

King Kong alcanzando una ventana en lo alto de edificio Empire State ... una familia lo suficientemente pequeña como para vivir en una caja de fósforos, cocinar en un dedal en el jardín, cortar dientes de león con hachas hechas de adornos de navidad rotos... un enjambre de moscas tan grandes como dirigibles aterrizando una ciudad... Historias acerca de criaturas familiares que desarrollan un tamaño enorme o que encogen cuentan con numerosos fascinados lectores y fanáticos del cine. Pero ¿podrían existir esas criaturas en la vida real? ¿Cuáles son los límites reales que existen a la grandeza o pequeñez de un animal? ¿Qué efecto tiene el tamaño del animal en el animal en sí mismo?

Este documento de "Arte al Zoológico" explora estas cuestiones. El tamaño es un tema que atraviesa la increíble diversidad de formas biológicas. Explorar este tema puede darle a sus estudiantes un vislumbre de los patrones que dan sentido a esa diversidad. El tamaño provee ejemplos de matemática operando en la naturaleza. Y el tamaño es una materia que les interesa a los niños, quienes tienen que lidiar diariamente con ser pequeños y estar creciendo.

Los animales grandes difieren de los pequeños de varias maneras intrigantes. Un grupo de diferencias bastante particular, envuelve el descenso de la tasa metabólica que ocurre a medida que los mamíferos aumentan de tamaño – por eso los mamíferos más pequeños parecen vivir más intensa y rápidamente que los más grandes. El plan de clase en este artículo describe en detalle una manera en que se podría abordar el tema del tamaño de los animales en relación a la razón metabólica. El póster del final: "El tamaño de los animales y sus límites" provee información menos detallada sobre otras diferencias relacionadas con el tamaño en otros animales.

CONTEXTO

Musarañas y Elefantes

De muchas formas, el contraste entre un mamífero del tamaño de una musaraña y uno del tamaño de un elefante es como el contraste entre *Keystone Cops* y una película moderna. Los animales más pequeños corren con la velocidad de un actor en las primeras comedias que aparecieron en la pantalla, mientras que los animales más grandes se mueven a un ritmo lento y tranquilo.

La vida de una musaraña es andar, andar, andar. Con sus finos huesos, una musaraña adulta puede pesar tan poco como apenas un "penny" (aunque la mayoría es un poco más pesada), y siempre debe estar en movimiento. Su tasa metabólica es tan alta que tiene que invertir mucho de su tiempo en comer. Su corazón puede latir 20 veces *en un segundo* a medida que corre para obtener comida. Las musarañas pequeñas ingieren aproximadamente el equivalente a su propio peso cada 24 horas. Pueden alternar muchos períodos de actividad (hasta 24, dependiendo del tipo de musaraña) con períodos breves de descanso – porque si durmiera durante toda la noche, se moriría de hambre. De hecho una musaraña pequeña moriría si pasara 6 horas sin alimentarse. Con solo dos meses una musaraña puede tener cría, y el período de gestación es de solo 3 semanas. Pareciera que para una pequeña musaraña hasta el tiempo se haya vuelto más veloz: los eventos de su existencia se suceden de manera rápida y toda su vida acaba en un año.

En contraste, el elefante, pesado y con huesos grandes, está raramente apurado. Coloca sus gruesas patas en el piso de manera deliberada y su ritmo es lento. Mastica su alimento tranquilamente... respira lento ... y se toma su tiempo para descansar. Su corazón late a la mitad de la velocidad del ser humano, y respira tres veces menos en un minuto. No tiene bebés, sino hasta que llega a los 10 años y la cría crece en su interior durante casi dos años, antes de nacer. Un elefante puede vivir hasta los 60 años.

Metabolismo

Para comenzar a entender porqué las musarañas y los elefantes, difieren de estas maneras, es importante entender lo que es el metabolismo. Aquí se da una explicación básica.

Un animal desarma en químicos simples el alimento al digerirlo. De esta manera, libera **energía** (para calentar el cuerpo y desarrollar distintas actividades) y produce **materia** (para construir las moléculas que necesita para crecer y reparar su cuerpo).

Los cientos de reacciones químicas implicadas en estas rupturas y construcciones, que ocurren en las células del animal, se llaman **metabolismo**. Es esencial que el metabolismo ocurra, porque el animal debe tener esta energía y materiales de construcción para sobrevivir y reproducirse.

Para que el metabolismo ocurra, las condiciones de las células deben ser las apropiadas. Debe haber suficiente **oxígeno** y **agua**, y la **temperatura** debe ser la adecuada. Debe haber un medio que transporte al exterior los productos de desecho (como el dióxido de carbono) que libera el metabolismo, de manera que no envenenen al animal.

La velocidad a la que estos procesos químicos ocurren se llama tasa metabólica. Una manera de determinar la **tasa metabólica** de un animal es midiendo cuanto oxígeno utiliza la criatura. Cuanto más oxígeno emplea, mayor es la tasa metabólica – y más activo es el animal. Diferentes especies tienen diferentes tasas metabólicas, y la tasa metabólica de un mismo animal puede variar dependiendo de factores como el nivel de actividad, la cantidad de alimento consumido y la temperatura.

Temperatura corporal

Para que cualquier animal sobreviva debe encontrar alguna manera de mantener su cuerpo a una temperatura que le permita realizar el metabolismo. Los animales de sangre caliente resuelven este problema de manera diferente de los animales de sangre fría. Aunque el plan de clase está hecho en base a mamíferos, que son de sangre caliente, el póster suplementario incluye información sobre animales de sangre fría. Por esta razón, se provee información sobre ambos grupos, así dispondrá de la información que necesite darle a los alumnos, para cualquiera de las preguntas que hagan o explicaciones que deba darles.

- Animales de sangre fría: Todos los animales a excepción de los mamíferos y ave, son de sangre fría, un término que causa confusión, ya que la sangre de estos seres vivos no siempre está fría, pero varía con la temperatura ambiente. Los animales de sangre fría dependen de su ambiente para regular su temperatura corporal. Cuando un animal de sangre fría está muy caliente, probablemente se mueva hacia un lugar donde haya sombra. En un día frío, tal vez se entibie tomando sol. Si sigue demasiado frío se volverá muy lento. Su metabolismo se enlentece, de manera que requiere y produce menos energía – por lo que los animales se vuelven más inactivos en durante el tiempo frío.
- Animales de sangre caliente: Estos animales tiene mecanismos corporales que les permiten regular su temperatura interna, para que ésta sea más o menos constante sin importar la temperatura del ambiente. Así pueden enfriarse en tiempo caluroso (sudando o aumentando el flujo sanguíneo debajo de la piel, para perder calor. Y pueden mantenerse activos, aun en tiempo frío. Pero mantener el calor le cuesta mucha energía a un animal de sangre caliente. Para alimentar sus intensos procesos metabólicos tiene que consumir considerablemente más que un animal de sangre fría. Para minimizar este costo, tal vez reduzca las perdidas de otras maneras (migrando a lugares más cálidos,

hibernando, aislándose con piel o grasa, construyendo un nido o realizando construcciones comunitarias) pero si esto no es suficiente para mantener el calor tiene escalofríos que aumentan su nivel de actividad y elevan el metabolismo.

Como no todos los animales pierden (o ganan) calor en la misma tasa, estar en ambientes fríos (o cálidos) no los afecta a todos de la misma manera. Los animales pequeños pierden y ganan temperatura más fácilmente que los más grandes.

Esto se debe a que la transferencia calórica entre un animal y su ambiente ocurre en la superficie del cuerpo del animal, y un animal pequeño tiene mayor superficie, comparada con su tamaño, que uno más grande con la misma forma. (Este es un hecho simple de la geometría, aplicable a cualquier objeto, viviente o inerte, que se mueve o que está quieto: cuando el volumen de un objeto se triplica, el área de su superficie solo se duplica.)

El hecho de que los animales pequeños pierdan la temperatura más fácilmente que los animales grandes, da cuenta¹ de muchas de las diferencias entre la musaraña y el elefante – y entre animales pequeños y grandes en general. Siendo la musaraña tan pequeña, tiene relativamente gran superficie: consecuentemente, pierde mucha temperatura. Manteniendo una tasa metabólica, produce mucho calor, de manera que puede mantener la temperatura interna de su cuerpo constante a pesar de su elevada tasa de pérdida del calor corporal.

¿ En qué se diferencian los mamíferos pequeños de los grandes?

La musaraña es el caso más extremo, pero generalmente es cierto que cuanto más pequeño el mamífero, más alta es la tasa metabólica. Y cuando consideramos lo que envuelve el metabolismo, no sorprende que un número importante de procesos relacionados con él, también cambien con el tamaño. Aquí hay algunos de ellos:

- *Un mamífero pequeño tiene un mayor volumen de oxígeno.* Una rata en pleno descanso necesita cada hora 2000 microlitros de oxígeno por gramo de grasa corporal; un hombre 200 microlitros; y un elefante, solo cerca de 100 microlitros.
- *Un mamífero pequeño respira más rápido.* Mientras que una rata puede realizar 150 inspiraciones por minuto; un hombre realiza 16, y un elefante 6.
- *El corazón de un pequeño mamífero late más rápido.*
- *La sangre de las criaturas pequeñas circula a través de su cuerpo a mayor velocidad.* La sangre de una musaraña demora en recorrer el sistema circulatorio 4 segundos, en un caballo 90 segundos, y en un elefante 140 segundos. Esto, y el hecho de que el corazón late rápido, tiene sentido cuando se considera que la sangre debe transportar alimento y oxígeno a las células para su uso en el metabolismo y debe llevarse los productos de desecho que genera este proceso.
- *Un mamífero pequeño come más por gramo de peso corporal.* En otras palabras, la cantidad total de comida que come es menor, pero provee más alimento a cada una de sus células.
- *El período de gestación es menor en los mamíferos pequeños.* Una rata tiene un tiempo de gestación cercano a las 3 semanas; un caballo, 11 meses; y un elefante, 22 meses.
- *Un mamífero pequeño puede tener cría más temprano.* Una musaraña puede comenzar la gestación a los 2 meses; mientras que un elefante casi a los 15 años.
- *Un mamífero pequeño tiene una vida más corta.*

¹ En un tiempo los científicos creían que la explicación del área de la superficie corporal dada aquí podía en si misma explicar completamente porqué los animales pequeños tienen tasas metabólicas más altas. Aunque, a medida que estudiaron más a los animales, encontraron que a pesar de la superficie corporal y el metabolismo aumentarían juntos, estos lo hacían en diferentes tasas – de modo que el área de la superficie corporal no da una respuesta completa. De todas maneras, es una clara e interesante explicación; y el área de la superficie es un importante limitante de la tasa metabólica para un animal de sangre caliente.

Lo que es incluso más sorprendente que estas diferencias es que el número total de inspiraciones y el número total de latidos del corazón a lo largo de la vida son aproximadamente los mismos para la mayoría de los mamíferos. (330 millones de inspiraciones, y 1 ½ billones de latidos del corazón) Como una herencia que dura una miseria, la vida se gasta en las manos de un despilfarrador en un año. Un elefante realiza su número asignado de inspiraciones y latidos del corazón a lo largo de 6 décadas mientras que la musaraña las consume en 12 meses.

Los científicos no saben porqué esto es así. Tal vez uno de nuestros alumnos descubra el porqué algún día en el futuro. Hay excepciones a estos patrones. Los seres humanos, de hecho, son una excepción a la regla. De acuerdo con nuestro tamaño, deberíamos tener una vida de menos de 30 años.

Plan de clase

Primera parte: Introducción de la diferencia de tamaños y metabolismo.

Pregunte a sus estudiantes cuáles son los animales más grandes en los que pueden pensar. Después pregunte acerca de los más pequeños.

Esto llevará a una pregunta: ¿Qué es un animal? ¿Un germen es un animal?. Explique a la clase que los animales son seres vivos que utilizan alimento de su ambiente para producir la energía que necesitan para mantenerse vivos hasta , como mínimo, reproducirse (Las bacterias son animales. Los virus no son animales porque no pueden reproducirse sin la ayuda de diferentes especies de animales.)

Luego haga que la clase mire la tabla sobre tamaños de la página extraíble. Señáleles que este cuadro va desde el animal más pequeño conocido; *Mycoplasma*, que es más pequeño que la bacteria, pero más grande que un virus; hasta la gran ballena azul, el animal más grande en el planeta. Señale que todos los animales en el póster (y todos los animales de los que los chicos estarán aprendiendo en esta clase) son *adultos*.

Dígales a los niños que más adelante tendrán la oportunidad de examinar el póster con más detenimiento y leer acerca de los animales más pequeños y más grandes. Pero primero, ellos van a examinar un grupo familiar de animales de tamaño intermedio – mamíferos, en particular mamíferos que viven en ecosistemas terrestres. Recuérdeles a los niños que un mamífero es un animal con columna vertebral que produce leche para alimentar a su cría. Señáleles que un ser humano es un mamífero, luego permítales encontrar al ser humano en la escala.

A continuación pídale que encuentren a la musaraña y al elefante en la escala. Dígales que la musaraña es el mamífero más pequeño que vive en ecosistemas terrestres, y que el elefante es el más grande. Los mamíferos sobre los que van a aprender están dentro del rango de musaraña – elefante (el bloque en color gris, dentro de la escala). Explique que para ver como estos mamíferos cambian con el tamaño, van a comenzar por comparar el más pequeño con el más grande. Después pase a la sección " Musarañas y elefantes " en los materiales de información sobre el contexto, para darle a sus alumnos un pequeño marco de información sobre estos dos animales.

Explíqueles a los alumnos que ellos van a analizar porque las musarañas y los elefantes difieren de esta manera. Coménteles que para comenzar a comprender el porqué, se necesita saber qué es el metabolismo. Diríjase a la sección de " Metabolismo " en los materiales que se refieren al contexto, para explicar lo que envuelve el metabolismo. Enfatice que el metabolismo es absolutamente necesario para los animales porque este proceso provee la energía y materiales que ellos necesitan para sobrevivir y reproducirse.

Señale que es fácil ver los efectos del metabolismo en acción, desde el momento en que la tasa metabólica aumenta con la acción. Para demostrarlo, pídale a uno de los niños que pase al frente de la clase y comience a saltar. Cuando el niño que salte comience a respirar rápido, pídale a los demás que cuenten la cantidad de inspiraciones que realiza en un minuto; haga que comparen ese número, con el de un niño que no saltó. Después pídale que hagan

una comparación similar pero considerando los latidos del corazón (tal vez necesite explicar cómo se toma el pulso de una persona),

Explique que la respiración y los latidos del corazón del niño que salta se aceleran porque su tasa de metabolismo subió a medida que se volvía activo. El metabolismo requiere oxígeno; el niño necesita respirar más rápido para tomar más aire. Y sus latidos rápidos mueven la sangre por su cuerpo más rápidamente, llevando más alimento y oxígeno a sus células y retirando los productos de desecho del metabolismo con mayor velocidad. Al igual que el niño que salta, la musaraña tiene una respiración y latidos del corazón más rápidos, y una tasa metabólica alta.. Pero a diferencia del niño, la musaraña tiene una tasa metabólica alta incluso cuando está en reposo. Dígale a sus alumnos que van a usar malvaviscos para descubrir porqué esto es así.

Segunda Parte: Tamaño, área de la superficie y corazón.

Haga que cada niño construya una representación de un animal de malvaviscos (dulces), con forma de cubo, 3 malvaviscos de largo, 3 de profundidad y 3 de alto, usando escarbadientes para que los malvaviscos se mantengan unidos. Dibuje la forma en el pizarrón.

Cuando los alumnos hayan terminado, pregúnteles cuánto pesa su animal en unidades de malvaviscos (cada uno pesará 27 malvaviscos). Escriba esto en el pizarrón, debajo del dibujo.

Ahora, dígales a los niños que como los animales están cubiertos con piel, ellos deberían pintar sus animales de malvaviscos para darles una piel. (Si usan colorante para comidas, luego podrán comerse los malvaviscos) Mientras que los malvaviscos se secan, recuérdelos que la parte pintada es la piel, se llama *superficie* del animal. *Es con lo que el animal toma contacto con su entorno.*

Haga que sus alumnos desarmen sus animales, e imaginen que los 27 malvaviscos separados son 27 animales pequeños. Pregunte cuánto pesan todos los animalitos juntos, y escriba la respuesta en el pizarrón - para enfatizar que el peso de los 27 malvaviscos separados es exactamente el mismo que el peso de los 27 todos juntos (no se considerará el peso de los escarbadientes).

Ahora pregunte si el animal grande tiene la misma cantidad de piel que los 27 animales pequeños todos juntos. Los niños pueden ver, al mirar sus malvaviscos, que los animales pequeños como grupo tienen mucha más piel que un solo animal grande: El animal grande tenía solo piel pintada; mientras que los pequeños tienen toda la piel pintada, más un montón de piel blanca. *Esto significa que los animales pequeños tienen más de su cuerpo en contacto con el mundo exterior que los animales más grandes.*

Ahora lleve la analogía de los malvaviscos un poco más allá pidiéndoles a los chicos que imaginen por un momento que cada malvavisco produce calor, la misma cantidad de calor que los otros malvaviscos. Pídales que comparen cuánto calor producen los 27 animales pequeños juntos, con la cantidad de calor que produce un animal grande. La respuesta es, por supuesto, que el total de energía producida en la misma.

Después dígales que cuando el cuerpo tibio de un animal se pone en contacto con el aire frío, libera calor. Pregúnteles cuál va a liberar más calor – ¿los 27 animales pequeños o el animal más grande? Por supuesto, los 27 animales pequeños liberarán más calor, porque ellos poseen mucha más superficie (piel) para perder el calor. *Los animales pequeños pierden más calor que los animales grandes, porque tienen más superficie.*

Use la sección “ Temperatura Corporal ” de los materiales de contexto para explicarles a sus alumnos que los animales de sangre caliente tienen sistemas fisiológicos para mantener sus temperatura corporal constante, aun cuando la temperatura del ambiente sea cambiante.

Tercera parte: Cuadro: De la musaraña al elefante.

Ahora sus alumnos están en condiciones de usar el cuadro “ De la musaraña al elefante ” en una actividad con dos objetivos. El primero es que los chicos extiendan lo que aprendieron

a toda la variedad de mamíferos de ecosistemas terrestres que están entre las musarañas y los elefantes, en tamaño. El segundo objetivo es que puedan interpretar la información numérica de un cuadro.

A continuación se muestra cómo se puede usar al cuadro para lograr esto.

Primero, lea en voz alta, en orden aleatorio, los nombres de los mamíferos que aparecen como títulos en sentido horizontal, en la parte superior del cuadro. Pídales que piensen cómo se pueden ordenar los nombres, teniendo en cuenta el tamaño ascendente. Escriba las respuesta de los niños a lo largo del pizarrón. (A lo largo de esta actividad, usted reproducirá el cuadro en el pizarrón, copie todo de manera indicada)

A continuación escriba: ¿Cuánto pesa el animal? en el lugar apropiado en el pizarrón. Luego diga el peso de cada animal a modo de oración afirmativa ("Una musaraña pesa 10 gramos"). Después de cada afirmación, complete con el peso del animal debajo de su nombre, explicando lo que está haciendo.

Después escriba las otras preguntas adonde corresponda y dibuje las líneas del cuadro. Dígale a los alumnos que les dará partes de información desordenada y en forma de oraciones. Ellos deberán colocar cada porción de información, como un número, en el casillero que corresponda.

Deberá enfatizar que las respuestas de una misma fila, deberán brindarse en la misma unidad de medida. Señale cómo ocurre esto en la fila que completaron entre todos. Explique que si las unidades no fueran las mismas, sería mucho más difícil comparar los diferentes animales. Por ejemplo, si los animales pequeños fueran pesados en gramos, y los más pesados, en kilogramos, las personas que usaran la tabla tendrían que cambiar las todas medidas del cuadro a gramos (o todas las respuesta a kilogramos), antes de dar una mirada rápida al cuadro y saber qué animal es más grande que otro. Recuérdeles que este principio servirá cuando ellos tengan que hacer cuadros en el futuro.

Haga que sus alumnos copien el cuadro en sus carpetas. Haga que uno de los niños pase al pizarrón mientras los otros continúan su trabajo individualmente en sus asientos. Vaya dando un fragmento de información por vez. Por ejemplo: "El corazón de un perro late 95 veces por minuto" o "Un elefante vive cerca de 60 años". Después de cada afirmación de tiempo a los niños para que descubran dónde debería ir ubicado el fragmento de información. Después como forma de chequear, haga que el alumno en el pizarrón escriba las respuestas en el casillero apropiado.

Después que la tabla haya sido completada, quizás quiera advertir a los niños que no se sorprendan si ven repuestas diferentes en otras tablas o libros. Se producen variaciones muy importantes dentro de las criaturas vivientes. Ningún científico puede saber con certeza cuál es la medida justa para todos los animales, porque nadie puede medir a todos los animales.. Piensen, por ejemplo, en cuantos tamaños diferentes de perros hay. Los números que se encuentran en la columna "Perro" dependen de qué tipos de perros utilizó la persona que hizo el cuadro.

Ahora serpia tiempo de que los chicos usen la tabla que crearon. Haga que la lean fila por fila. Para cada fila pídale que describan el patrón que surge de los números en ella. Por ejemplos, la fila de latidos del corazón muestra que animales grandes tienen corazones que laten más lento que los corazones de animales más pequeños..Los patrones que surgirán de los números en el cuadro son algunos de los descritos en "¿En qué se diferencian los animales pequeños de los grandes?"

El par de preguntas sobre consumo de oxígeno ("¿Cuánto oxígeno utiliza todo su cuerpo en una hora?" y "¿Cuánto oxígeno utiliza cada gramo de su cuerpo en una hora?") son las únicas en la tabla que podrían ser confusas. La diferencia entre un valor para todo el cuerpo de un animal y el valor para cada gramo de peso del cuerpo del animal ha aparecido con frecuencia en este artículo. Vino asociada al consumo de alimento, por ejemplo, cuando los niños aprendieron que el elefante comía mayor cantidad de alimento que la musaraña, pero cada gramo del elefante utilizaba una cantidad menor. Ahora es una buena oportunidad para asegurarse de que la clase entiende claramente esta importante diferencia.

Si los niños tuvieran como mascota un elefante y una musaraña, deberían gastar mucho más dinero para comprar el alimento del elefante que el de la musaraña. Esto es a lo que se refiere la cantidad para " todo el cuerpo ". Aunque cada gramo del cuerpo del elefante necesite menos alimento, que lo que necesita cada gramo del cuerpo de la musaraña. Dícales que podrían pensar en el elefante como un auto enorme pero que consume energía eficientemente, mientras que la musaraña sería un auto compacto comilón de gas. (Esta analogía es muy liviana, pero quizás ayude a sus alumnos a comprender la diferencia .)

Las dos preguntas sobre consumo de oxígeno que se encuentran en el cuadro resaltan la misma distinción:

- La pregunta: "¿Cuánto oxígeno utiliza todo su cuerpo en una hora?" pregunta sobre la cantidad de oxígeno que todo el animal necesita, los animales más grandes, necesitan más.
- La pregunta: "¿Cuánto oxígeno utiliza cada gramo de su cuerpo en una hora?" pregunta sobre la cantidad de oxígeno que necesita cada gramo del cuerpo del animal: Los más grandes funcionan con menos.

El resto del cuadro debería ser más fácil de comprender para los alumnos. Una buena manera de concluir la tercera parte es hablándoles sobre otros patrones relacionados con el tamaño descriptos en "¿En qué se diferencian los mamíferos pequeños de los grandes?"

Cuarta parte: Continuación

Después de que los niños hayan terminado estas actividades, déles una oportunidad de examinar el póster con tanto detalle como quieran. Quizás quiera dedicar algo de tiempo a discutir el póster.

Después los niños estarán listos para divertirse aplicando lo que han aprendido sobre el tamaño de los animales escribiendo e ilustrando una aventura de ciencia ficción basada en datos reales. Aquí hay un tema:

- Sos un científico que inventó una poción para el tamaño, que puede hacer que te vuelvas del tamaño de cualquier animal. Cuán grande o pequeño te vuelvas depende de cuanto tomes de la poción. Escribí una historia de ciencia ficción describiendo las aventuras que tuviste en dos oportunidades diferentes en que tomaste la poción. La primera vez, te volviste más grande de lo que sos en la vida real; en la segunda oportunidad, te volviste más pequeño. Permaneciste con esos tamaños durante una hora cada vez.
Decí cuál era tu tamaño en cada caso. Basado en lo que aprendiste sobre cómo el tamaño da forma a los animales, describí por lo menos cuatro maneras en las que cambiaste a medida que cambiaste tu tamaño. Comentá sobre las aventuras que tuviste. Después decí cuál fue el tamaño que preferiste: y porqué te gustó más la vida con ese tamaño. Ilustrá tu historia.

El tamaño de los animales y límite de tamaños:

Los mamíferos, el grupo de animales discutido en este Plan de Clase, representan solo una fracción de todos los animales que existen. La escala en la página extraíble ilustra sobre el rango completo de tamaños de animales. Aquí hay algunas preguntas sobre la escala que los chicos podrían formular, y algunos puntos que tal vez quiera discutir con ellos, a medida que vaya ascendiendo por la escala, desde el animal más pequeño hasta el más grande. (Cualquiera de estas preguntas podría ser tema de investigación para aquellos alumnos que desean sumergirse más en el tema del tamaño de los animales).

- ¿Cuán pequeño puede ser un animal?

Los límites inferiores para el tamaño de un animal están puestos por la bioquímica; todos los animales necesitan desarrollar procesos metabólicos y reproducirse; entonces los animales más pequeños deben ser lo suficientemente grandes como para contener el equipamiento metabólico y genético necesario.

La criatura viviente más pequeña conocida que puede reproducirse sin la ayuda de otro organismo es la *Mycoplasma*. Es más pequeña que una bacteria pero más grande que un virus: más de 1300 de estos pequeños seres podrían caber en el punto de esta j.

- ¿Por qué los animales microscópicos son tan diferentes de los animales que podemos ver y tocar?

Una razón es que el tamaño tan pequeño de los animales microscópicos les permite ser más simples en forma teniendo mucha área de superficie. Las criaturas más pequeñas tienen tanta superficie – y requerimientos totales tan bajos- que ellas pueden absorber todo el oxígeno y nutrientes que necesitan a través de su superficie exterior.

Animales un poco más grandes no podrían obtener suficiente oxígeno y nutrientes si mantuvieran esta simpleza en la forma, de manera que sus estructuras tienden a ser más complicadas que las de aquellos animales más pequeños. Los animales más grandes tienen arrugas, protuberancias, y agujeros en las superficies interiores y exteriores de su cuerpo. Esto hace que el área de superficie sea más grande, aumentando la absorción.

Los animales más grandes también tienen diferentes maneras de movilizar materiales esenciales a los lugares del cuerpo en que se los necesita. El oxígeno y nutrientes que los animales más pequeños absorben a través de su superficie externa, no tiene que viajar demasiado lejos. Las moléculas de azúcar, por ejemplo, se difunden alrededor de una célula en cuestión de segundos. Por contraste, si un animal del tamaño de un humano dependiera de la difusión para su alimentación, esperaría la mayor parte de su vida, antes de que el azúcar en su estómago se desparramara hasta sus manos y pies. Tendría suerte si durante toda su vida, pudiera obtener del azúcar la suficiente como para dar unos pocos pasos.

Por supuesto, ningún animal podría sobrevivir de esa manera. La mayoría de los animales por sobre 1 milímetro de largo tienen sistemas especializados para transportar materiales a través de su cuerpo. Nuestro propio sistema circulatorio es un buen ejemplo: incluye sangre que puede llevar sustancias, y un corazón que puede bombear la sangre.

- ¿Por qué no hay animales de sangre caliente más pequeños que las musarañas?

Los que hemos aprendido sobre las musarañas sugiere una respuesta. Un animal de sangre caliente más pequeño tendría una tasa metabólica más alta que la de la musaraña. Tendría que comer tanto comparado con su tamaño que nunca tendría tiempo para descansar, se moriría de hambre o caería muerto por estar exhausto.

No todos los animales más pequeños que las musarañas son de sangre fría; sino que la mayoría de los animales en el planeta son de sangre fría. Hay muchos más animales por debajo de la musaraña que sobre ella si tenemos en cuenta su tamaño. Consideremos los insectos, por ejemplo: por cada ser humano, hay más de un billón de insectos. Y los insectos son solo un tipo de animal de sangre fría. Una razón para la preponderancia de los animales pequeños es que generalmente hablando, cuanto más pequeños, más jóvenes se reproducen.

- ¿Por qué los animales grandes no colapsan?

Si una persona es muy pesada se sienta en una silla, la silla se rompe. De la misma manera el peso de un animal grande rompería sus piernas. Los animales grandes también tienen músculos más gruesos, comparados con su tamaño, para poder mover cuerpos más pesados.

Claramente hay límites para esto. Las patas de un animal enorme podrían por principio ser más gruesas que su tronco – claramente un absurdo. Y los músculos de un

animal grande podrían ser tan gruesos que no habría más lugar para ellos dentro del animal.

El peso no es un problema para los animales que viven en el agua, porque ésta los levanta (Piense en el daño que sufriría un buzo si saltara de un trampolín alto dentro de una pileta vacía. Sin embargo puede saltar una y otra vez, en una pileta llena de agua- porque el agua sostiene su peso, disminuyendo y finalmente, frenando su inmersión) Por esta razón la ballena azul (el más grande de todos los animales) , puede vivir bastante bien en el océano, aunque es 14 veces más pesada que un elefante. Sin embargo una ballena varada moriría sofocada bajo el peso de su propio cuerpo.

- ¿Cuál es el animal más grande posible?

Nadie sabe realmente. Claramente, el elefante no es el animal de tierra más grande posible, ya que los científicos saben que el Baluchitherium, un pariente prehistórico de los rinocerontes, vivía sobre la tierra aunque su peso era tanto como el de 4 elefantes.

- * ¿Qué hay de los dinosaurios?

El Brachiosaurus fue el animal más grande que jamás vivió, pesando tanto como 14 elefantes. Los científicos solían pensar que el Brachiosaurus pudo llegar a ser tan grande porque pasaba la mayor parte del tiempo en el agua. Ahora no están tan seguros, podría ser que el Brachiosaurus viviera mayormente en tierra firme. De ser así, los límites de peso, podrían ir muy alto. Probablemente, ahora el abastecimiento de comida es lo que mantiene a los animales pequeños.

- ¿Podrían existir los gigantes?

Bueno, un gigante podría tener una cara humana, pero su cuerpo no podría lucir ni funcionar como el de una persona. Necesitaría tener miembros como troncos de árboles y músculos que encajen con ellos. Sería muy difícil para él conseguir la comida que necesitaría ya que probablemente no podría levantarse por su peso. Aunque de alguna manera se las arreglara para levantarse, y moverse lentamente; no podría correr ni saltar, porque sus huesos podrían quebrarse en el impacto. Tampoco caminaría hacia lugares elevados por temor a caer: incluso un gigante pequeño, uno del doble de tamaño de un humano promedio, se mataría si se cayera. Su cabeza golpearía el suelo con cerca de 30 veces el impacto de la cabeza de un adulto normal (y cerca de 100 veces el impacto de un niño promedio)

Entonces, si alguna vez mirás por encima de tu hombro y ves un gigante corriendo por la calle detrás de ti; relájate, debes estar dormido y soñando.

Cuadro: De la Musaraña al Elefante

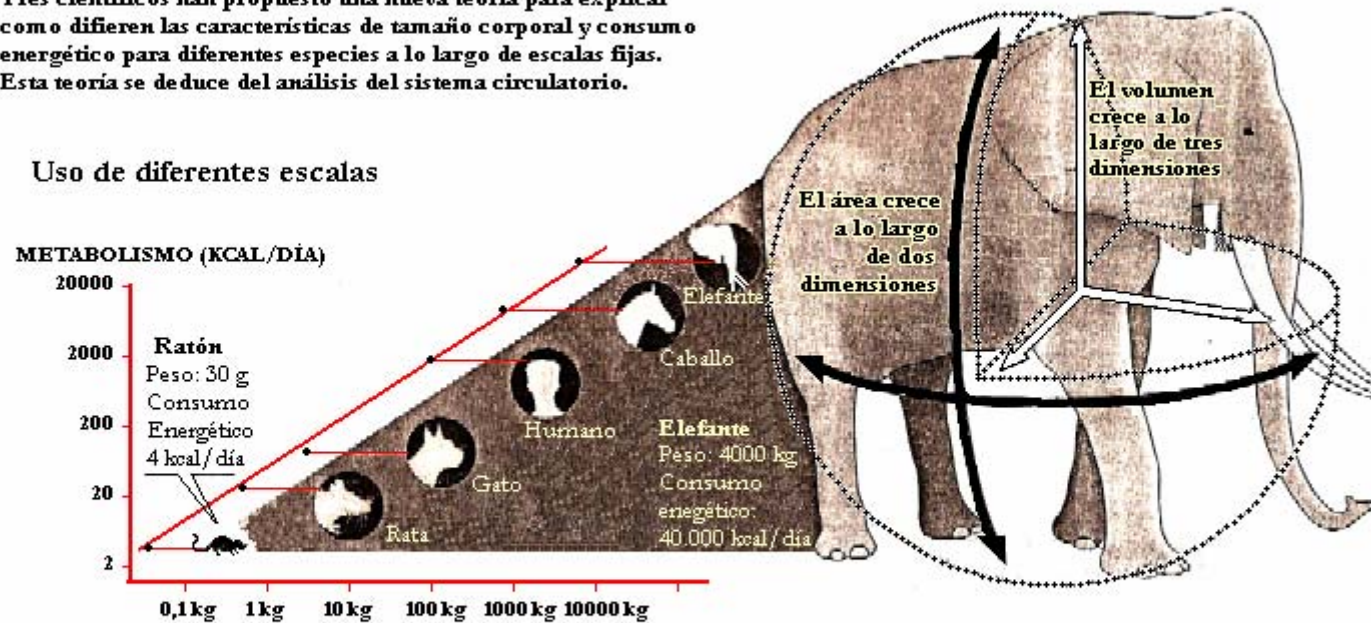
	Musaraña	Rata	Perro	Humano	Caballo	Elefante
¿Cuánto pesa? (en gramos)	4,8	25	11,700	70	650	3800
¿Cuánto oxígeno consume todo su cuerpo durante una hora? (en microlitros * por hora)	35.000	41.000	3.900.000	14.800.000	71.000.000	270.000.000
¿Cuánto oxígeno usa cada gramo de su cuerpo? (en microlitros por hora)	7.300	1.640	330	210	110	70
¿ Cuán rápido late su corazón cuando está en reposo? (en latidos por minuto)	800	600	95	70	36	30
¿Cuánto dura el período de gestación? (en semanas)	3	3	8	38	46	90
¿ Cuántos años puede vivir? (en años)	1	2	13	72	25	60

DE RATONES Y ELEFANTES: UN TEMA DE ESCALAS

De lo pequeño a lo grande

Tres científicos han propuesto una nueva teoría para explicar como difieren las características de tamaño corporal y consumo energético para diferentes especies a lo largo de escalas fijas. Esta teoría se deduce del análisis del sistema circulatorio.

Uso de diferentes escalas



Tamaño y eficiencia

El elefante promedio pesa 220.000 veces más que un ratón promedio, pero sólo requiere unas 10.000 veces más energía en la forma de calorías. La razón reside en la naturaleza matemática y geométrica de la distribución de nutrientes a través de su red interna y la pérdida de desechos y calor. Cuanto más grande es el animal, más eficiente es el uso de la energía.

Bibliography

Books for Teachers

Calder, William A., III. *Size, Function and Life History*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

ART TO ZOO brings news from the Smithsonian Institution to teachers of grades three through eight. The purpose is to help you use museums, parks, libraries, zoos, and many other resources within your community to open up learning opportunities for your students.

Our reason for producing a publication dedicated to *promoting the use of community resources among students and teachers nationally* stems from a fundamental belief, shared by all of us here at the Smithsonian, in the *power of objects*. Working as we do with a vast collection of national treasures that literally contain the spectrum from "art" to "zoo," we believe that objects (be they works of art, natural history specimens, historical artifacts, or live animals) have a tremendous power to educate. We maintain that it is equally important for students to learn to use objects as research tools as it is for them to learn to use words and numbers—and you can find objects close at hand, by drawing on the resources of your own community.

Our idea, then, in producing ART TO ZOO is to share with you—and you with us—methods of working with students and objects that Smithsonian staff members have found successful.

Cloudsley-Thompson, J.L. *The Size of Animals*. Meadowfield Press, Durham, England, 1977.

Haldane, J.B.S. "On Being the Right Size." In: *Possible Worlds*. Harper, New York, 1928.

Hiley, Peter. "How the Elephant Keeps Its Cool." *Natural History*, December 1975.

McMahon, Thomas A., and John Tyler Bonner. *On Size and Life*. Scientific American Library, New York, 1983.

Schmidt-Nielson, Knut. "Scaling in Biology: The Consequences of Size." *Journal of Experimental Zoology* 194, 1975.

Wells, H.G., J.S. Huxley, and G.P. Wells. *The Science of Life*. Pages 936–44. Doubleday, Doran and Company, Garden City, New York, 1938.

This issue of ART TO ZOO is particularly indebted to the teaching suggestions in "You and a Shrew," in Ranger Rick's *NatureScope*, *Amazing Mammals*, Part II (pages 56–58), published by the National Wildlife Federation, Washington, D.C. 1986.

Books for Children

Crump, Donald J., editor. *Giants from the Past*. National Geographic Society, Washington, D.C., 1983.

Ford, Barbara. *Why Does a Turtle Live Longer than a Dog?* William Morrow and Company, New York, 1980.

Grigson, Geoffrey, and Jane Grigson. *Shapes, Animals and Special Creatures*. Vanguard Press, New York, 1985.

Lavine, Sigmund A., and Vincent Scuro. *Wonders of Elephants*. Dodd, Mead and Company, New York, 1980.

Patent, Dorothy Hinshaw. *Sizes and Shapes in Nature—What They Mean*. Holiday House, New York, 1979.

Peters, David. *Giants of Land, Sea and Air*. Knopf, New York, 1986.

Rahn, Joan E. *Keeping Warm, Keeping Cool*. Atheneum, New York, 1983.

Tison, Annette. *Big Book of Animal Records*. Putnam Publishing Group, New York, 1985.

Special thanks to the following Smithsonian staff members for their help in preparing this issue of ART TO ZOO:

National Museum of Natural History: Robert Hoffman, Director; Joan Madden, Chief, Office of Education.

National Zoological Park: Steve Thompson, Research Associate.

Office of Elementary and Secondary Education: Ann Bay, Thomas Lowderbaugh, Janice Majewski, and Barbara Robinson.

We are also grateful to the following individuals for their help in tracking down pictures:

National Museum of Natural History: Frank Greenwell, Charles O. Handley, Jr., Sally Love, John Miles, Sheila Mutchler, Marge Stoller, and Barbara Van Creveld.

National Zoological Park: Jessie Cohen, Edwin Gould, William Xanten.