

La Tierra está creciendo, pero ¿a qué ritmo?

<https://galadi.net/meteoroides/>

La caída constante de material interplanetario sobre la Tierra hace que nuestro planeta vaya creciendo poco a poco. Cientos de toneladas de meteoroides llueven cada día. ¿Cuáles son las consecuencias? Un divertimento con interés didáctico para primaria y secundaria. Incluye hoja de cálculo.

El capítulo 4 de [A ras de cielo](#) se titula «Tizas de nieve» y se dedica a las estrellas fugaces. En algún punto del texto (p. 51) lanzo la afirmación siguiente: «Se calcula en cientos de toneladas el total de materia interplanetaria que cae sobre la Tierra cada día».

Mi maestro y amigo Pepe V. me llama la atención sobre la cifra. Ya sabemos que en astronomía abundan los números enormes pero, ¿esto no es demasiado? Consulto mis notas y veo que no tengo apuntado en ningún sitio de dónde saqué ese dato en su momento. Como soy especialista en equivocarme mucho y en las cosas más sencillas, me pongo a hacer algunas cuentas para aclarar si esos cientos de toneladas diarios tienen algún sentido o no.

La conclusión es que, en este caso y sin que sirva de precedente, parece que la cifra dada no es exagerada y parece incluso muy verosímil. Vamos a ver los números que llevan a ese resultado. Quien tenga interés puede ir siguiendo los pasos en la hoja de cálculo [meteoroides.ods](#), en formato de LibreOffice.

El dato de partida es la masa de materia interplanetaria que cae a la Tierra cada día. Si decimos que asciende a «centenares de toneladas» quizá 500 toneladas represente bien esa cantidad (consulte, no obstante, la posdata de este artículo). Por tanto, tenemos 500 000 kg/día. Si tomamos en cuenta que en un día hay 86 400 segundos, obtenemos un ritmo de acreción másica de 5.79 kg/s.

En efecto, si nos imaginamos un canasto vacío y visualizamos que cada segundo entran en él casi seis quilos de material, la cifra anterior parece bastante impresionante. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que esa masa se incorpora a la totalidad de la Tierra, que es muy grande. Si recordamos que el área de una esfera viene dado por $S=4\pi r^2$, donde r es el radio, y si se introduce el radio terrestre de 6371 km, concluimos que cada día caen en cada metro cuadrado del planeta menos de 10^{-9} kg de material, equivalentes a tan solo $1.13 \cdot 10^{-14}$ kg/(m²·s). Visto así, el ritmo de acreción ya no parece tan impresionante. Llamaremos M a este ritmo másico de acreción.

Podemos visualizar mejor la acreción si la traducimos a la altura de material que se acumula en un cierto intervalo de tiempo. La idea es la misma que se aplica cuando se mide el ritmo con que cae la lluvia: si se sabe cuántos litros de agua caen en un metro

cuadrado y se conoce la densidad del agua, se puede calcular qué altura acumulada alcanza esa masa de agua. Como la densidad del agua es de 1000 kg/m^3 , se obtiene el resultado ya conocido de que cada litro por metro cuadrado significa que se acumula un milímetro de líquido.

Pero la densidad de la materia interplanetaria no es la del agua. Podemos suponer que el polvo meteórico terminará acumulándose en forma de roca sedimentaria. Como las rocas sedimentarias tienen densidades que van entre 2100 y 2300 kg/m^3 , no está del todo mal aceptar que la densidad del material, tras quedar compactado e incorporado a la masa terrestre, ascenderá a unos $\delta = 2200 \text{ kg/m}^3$.

Podemos deducir así la velocidad de acreción, a , como $a = \frac{M}{\delta}$ que haciendo los cálculos resulta igual a $5.15 \cdot 10^{-18} \text{ m/s}$. Esa sería la velocidad con la que crece el radio terrestre como resultado de la caída de materia interplanetaria. Vemos que es un número increíblemente pequeño.

Basta ahora emplear esa velocidad para calcular cuánto tiempo sería necesario para que se acumulara una potencia de un milímetro, $P = 10^{-3} \text{ m}$. Por supuesto, este tiempo es igual a $t = P / a = 2 \cdot 10^{14}$ segundos. Son muchísimos segundos. Tantos que, en realidad, corresponden a nada menos que más de seis millones de años.

La conclusión es que la Tierra crecería actualmente a un ritmo de un milímetro cada seis millones de años, si la caída de materia interplanetaria asciende a unos cientos de toneladas diarias. Vemos que no resulta una cantidad escandalosamente alta. A ese ritmo, en toda la historia de la existencia de la Tierra no habrían llegado a acumularse ni tres cuartas partes de un metro. Por supuesto, en el pasado el ritmo de acreción era mucho mayor, sobre todo en las etapas iniciales de formación del planeta. No olvidemos que en el fondo toda la masa terrestre se formó por acreción a partir de materia caída del cielo.

PD: El gran experto en meteoros del Instituto de Astrofísica de Andalucía, [José María Madiedo](#), me confirma que las cifras de caída de materia interplanetaria sobre la Tierra son inciertas pero se manejan cantidades que van de las cuarenta mil a las ochenta mil toneladas por año ([Williams & Murad 2002, *Meteors in the Earth's Atmosphere*](#)). Nuestra estimación de 500 toneladas diarias conduciría a 180 000 toneladas anuales, o sea, estaríamos más que duplicando el ritmo de caída verdadero que, según estos números, estaría quizá más cerca de 160 toneladas diarias. Haga usted mismo sus cuentas con la hoja [meteoroides.ods](#).