

ABC, 5 de Junio de 2017  
CIENCIA - El ABCdario de las matemáticas  
Fernando Fouz

**¿Cree que es la cima de la montaña más alta del planeta? Bueno, quizás tenga que pensarlo dos veces**



El Chimborazo, la cima más alta cercana al Ecuador

Vivimos una época en la que los concursos sobre conocimientos diversos afloran por todas partes. Por ese motivo, inicio el artículo con una doble pregunta que puede resultar extraña o,

cuando menos, chocante. Para contestarla, lo primero sería dar un criterio sobre qué nos preguntamos. Se trataría de colocarnos en un punto sobre la superficie terrestre en el cual, en un momento de la rotación diaria de la Tierra, **la distancia al centro teórico del Sol es la mínima**. Para no ser tan teóricos podemos hablar simplemente de la distancia al Sol.

La primera respuesta que se nos ocurriría, como parece inducir la segunda pregunta, sería la de subir a la cima de la montaña más alta, que rápidamente diríamos que es el Everest. Sin embargo, esta respuesta, como argumentamos a lo largo del artículo, no es la correcta a la pregunta de inicio y, además también es discutible que el Everest sea la montaña más alta de la Tierra pues dependerá del criterio que utilicemos para establecer su medida. Hace falta **hablar un poco de Matemáticas y otro poco de Geología**.

Cuando decimos que el **Everest** (o **Chomolungma** respetando su nombre original, de 8.848 m), situado en la frontera chino-nepalí, es la montaña más alta de la Tierra lo estamos haciendo con un criterio “topográfico”, donde las mediciones se hacen desde un nivel medio del mar, que es el criterio es el general para medir cualquier montaña en el mundo. En el caso de España para las alturas se toma el nivel medio del mar de Alicante (una buena elección porque la diferencia de mareas en el Mediterráneo es de centímetros mientras que en el Cantábrico puede pasar de cuatro metros).

Sin embargo, si acudimos a la **Orogenia**, que es la parte de la Geología que estudia los fenómenos relacionados con la creación de las montañas, vemos que, en el caso de los volcanes, podemos localizar su base. Unas veces es visible y en otros casos no, pero sí que es localizable. Este es el caso del **volcán Mauna Loa en Hawaii**, que se puede seguir desde su base en el fondo del mar hasta su cráter. De esta manera, su altura llegaría hasta 9.170 m, de los cuales solo 4.169 están sobre la superficie del mar. Es decir, utilizando un criterio que vamos a llamarlo “orogénico”, este volcán sería más alto que el Everest. Los hay más altos, pero en otros planetas, como en Marte, donde el **volcán Olimpo** tiene unos 22 km de altura medidos desde su base y es el más alto del Sistema Solar (además allí no hay océanos que “le resten altura”).

El criterio topológico

Ya hemos visto dos criterios que no nos dan una solución clara a la pregunta inicial, por lo que habrá que buscar una nueva idea, y aquí las **Matemáticas** vienen en nuestra ayuda, en concreto la Topología, que es la rama de las Matemáticas que estudia las propiedades de los cuerpos geométricos que no cambian pese a que hagamos determinadas transformaciones continuas. Se suele hacer la broma de que un topólogo “es un loco que no distingue entre un anillo y una taza de café” ya que, topológicamente son equivalentes.

Todos sabemos que la Tierra es aproximadamente esférica pero no una esfera perfecta pues se achata hacia los Polos, reduciendo su radio desde los 6.378'135 Km en el Ecuador, a los 6.356'750 Km en los Polos. Es decir, el radio terrestre disminuye a medida que la latitud aumenta.

Recordemos que la latitud es “la distancia angular (medida por tanto en grados, minutos y segundos) entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el plano del Ecuador”. No olvidemos que cuando se habla de posicionamiento sobre la superficie terrestre señalamos, además de la longitud, que hay “tantos grados, minutos y segundos de latitud Norte o Sur”.

La variación del radio terrestre, en función de la latitud expresada por el ángulo “ $\vartheta$ ”, viene dada por la fórmula:

$$R=R(\vartheta)=\sqrt{\frac{(a^2 \cos(\vartheta))^2+(b^2 \sin(\vartheta))^2}{(a \cos(\vartheta))^2+(b \sin(\vartheta))^2}}$$

donde  $a= 6.378'135$  Km es el radio terrestre en el Ecuador y  $b = 6.356'750$  Km es el radio terrestre en los Polos.

Como se observa la diferencia entre los dos radios, es lo suficientemente grande como para tener muy en cuenta la cercanía de las montañas al Ecuador, a la hora de hablar de puntos más alejados del centro de la Tierra y, aquí, es donde entra en juego un nuevo volcán, el **Chimborazo**

, que es la cima más alta cercana al Ecuador. Queremos comparar las dos montañas, el Everest [8.848 m., latitud 28º Norte] y el Chimborazo [6268 m., latitud 1º Sur].

Haciendo el cálculo con los datos anteriores, obtenemos un valor aproximado del radio terrestre en la latitud de 28º norte de 6373'15 Km. Es decir, el achatamiento terrestre en la latitud del paralelo que pasa por el Everest, va a “acercar” a la cima del Everest unos 5 Km al centro de la Tierra.

Es decir, dando por válido un centro para la esfera terrestre, tendríamos que, las distancias de las cimas del Everest y del Chimborazo a ese centro de la esfera terrestre serían, respectivamente:

Everest:  $6373'15 + 8'848 = 6381'998$  km

Chimborazo:  $6378'135 + 6'268 = 6384'403$  km

valores que se obtienen sumando a los radios terrestres en esos lugares la altura topográfica de las dos montañas.

Por tanto, **la cima del volcán Chimborazo en el Ecuador sería el punto de la superficie terrestre más alejado del centro de la Tierra**

(casi dos kilómetros y medio más que el Everest) o, contestando a la pregunta inicial del artículo, es “

**el punto de la Tierra que más se acerca al Sol”**

, o, dicho de otra forma, el que más se acerca al espacio exterior.

***El ABCDARIO DE LAS MATEMÁTICAS es una sección que surge de la colaboración con la Comisión de Divulgación de la [Real Sociedad Matemática Española \(RSME\)](#) .***