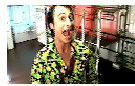


El huevo duro del Everest II



En el episodio anterior, Wolframio, el protagonista de nuestras historias, tiene una cita para cenar en su piso-laboratorio. Al final del episodio, llegará la chica de sus sueños y quiere sorprenderla con una ensalada, adornada con un huevo duro. Está tan embelesado, que después de hacer el huevo duro se lo come sin darse cuenta, y tiene que buscar un método más rápido, ya que su cita está a punto de llegar: ahora mismo está probando a hervirlo en las condiciones de la cima del Everest, donde la presión atmosférica es menor (¿o será mejor en las condiciones del fondo del mar, donde la presión es mayor?)...

1. ¿Por qué a mayor altura hay menos oxígeno?

- Tal y como vimos en el capítulo I del huevo duro del Everest, a mayor altura la presión es menor (en la cima del Everest la presión es de aproximadamente un 40 % de la del nivel del mar). Esto tiene dos efectos importantes que afectan a la respiración: (1) la cantidad total de aire (gramos) que hay en cada inspiración (únicamente expulsamos un 40 % de los 4-6 L de capacidad torácica) es significativamente menor (el 50 % del aire de la atmósfera se encuentra a una altura menor de 5 km, y el 90 % a una altura menor de 16 km); y (2) el aire que se respira tiene menor cantidad de oxígeno, puesto que éste se concentra en las capas más bajas de la atmósfera. El efecto de estos dos aspectos hace que las grandes marcas en pruebas de fondo en atletismo siempre se logran en ciudades a nivel del mar. El caso contrario ocurre en el buceo: si llenamos nuestros pulmones a una presión de 3 atm (20 m de profundidad) y subimos de forma súbita, el aire ocupa el triple de volumen que en la superficie, y hay que expulsarlo para evitar lesiones internas muy severas, ya que los alvéolos pulmonares explotan.

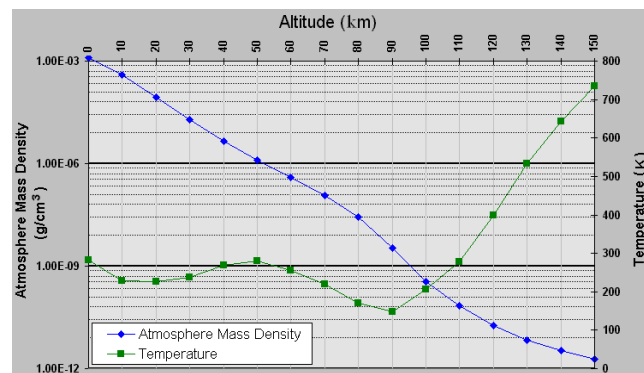


Figura 1. Variación de la densidad del aire con la altura.

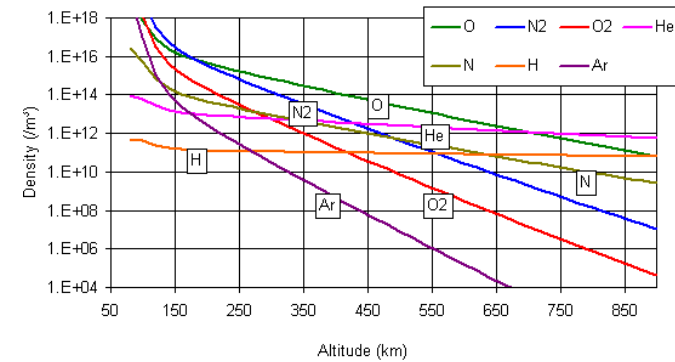


Figura 2. Perfil de oxígeno en la atmósfera.

2. ¿Por qué a mayor altura, la temperatura de ebullición del agua es menor?

- En la capa más baja de la atmósfera (troposfera), al aumentar la altura, la temperatura disminuye (aproximadamente 6.5 °C cada 1000 m). La temperatura a alturas más elevadas la temperatura es muy baja (por ejemplo, en el exterior de los aviones, a 10000 m, es de unos -42 °C). Tal y como indica la figura, en las capas más altas de la atmósfera, la temperatura tiene subidas y bajadas, que se pueden explicar por: (a) reacciones del ozono con la radiación ultravioleta (estratosfera); (b) reacciones de ionización en la ionosfera. Por cierto, que si bajamos (en una mina, por ejemplo), el efecto es inverso: cada vez hace más calor.

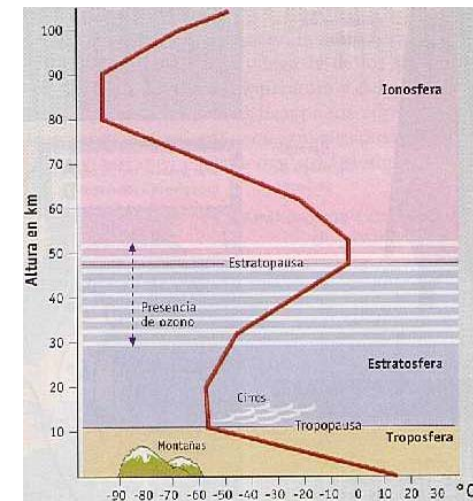


Figura 3. Perfil de temperatura en la atmósfera.

3. ¿A qué temperatura coagula un huevo?

- Las características de las proteínas del huevo hacen que exista una diferencia de temperatura de coagulación entre la clara y la yema. La clara coagula a partir de los 57 °C y solidifica a partir de los 70 °C, mientras que la yema comienza a espesarse a los 65 °C y se solidifica a los 70 °C. Para hacer un huevo pasado por agua (la clara completamente coagulada, y la yema solo parcialmente) podemos hervirlo entre 57 y 71 °C o dejarlo menos tiempo en agua a 100 °C.

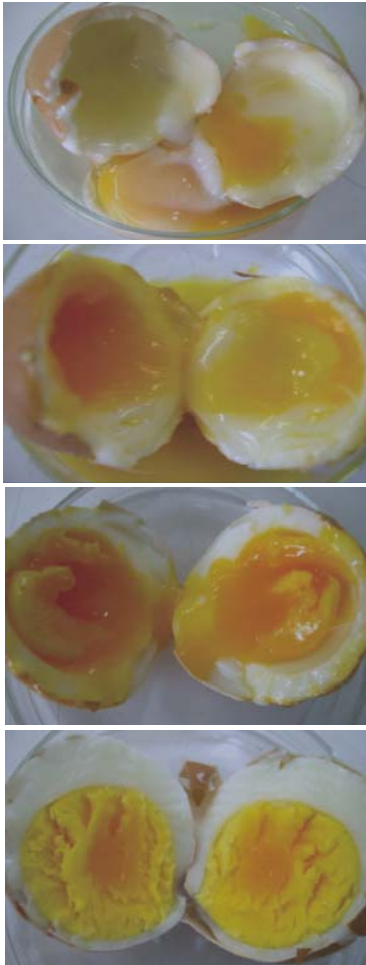


Figura 4. Proceso de coagulación de un huevo.

4. ¿Por qué la yema se vuelve verdosa si se cuece durante demasiado tiempo?

- Si se cuece durante mucho tiempo, la cisteína (uno de los aminoácidos en que la yema del huevo es rico) se rompe y el azufre se combina para formar H_2S (el compuesto responsable del olor a huevos podridos). Este compuesto reacciona con el hierro que contiene la yema, formando una capa de FeS (de color verdoso).



Figura 5. Color verdoso de la yema de un huevo demasiado cocido debido al FeS .

5. ¿Cuánto tiempo es necesario para conseguir un huevo duro?

- El tiempo de cocción depende de la temperatura inicial del huevo y de la temperatura del agua puesto que la reacción de coagulación se produce mucho más rápidamente cuanto mayor es la temperatura. Es importante remarcar que el aumento de la velocidad de reacción con la temperatura no es lineal, sino exponencial. Además, hay que pensar que el calor se tiene que transmitir desde el agua hasta el centro del huevo (y este proceso será más lento cuanto mayor sea el diámetro el huevo). En otras palabras, durante el inicio del calentamiento habrá un perfil de temperaturas en el huevo. Por lo tanto, si dejamos un huevo en agua hirviendo a nivel del mar y en la cima del Everest durante el mismo tiempo, en el primer caso tendremos un huevo duro, mientras que en el segundo estará pasado por agua. Recordad que la clara coagula aproximadamente a 65°C y la yema a 70°C, y si la temperatura del agua en ebullición es de 70 °C, no será posible alcanzar esa temperatura en el centro a tiempos cortos.

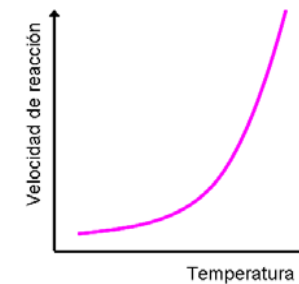
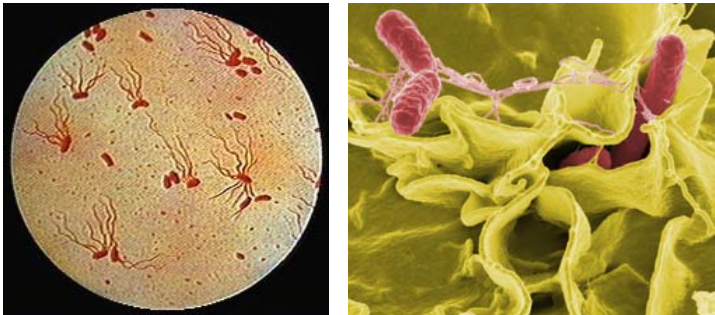


Figura 6. Relación entre la temperatura y la velocidad de reacción.

6. ¿Puede tener *Salmonella* el huevo hervido en el Everest?

- La *Salmonella* es un género de bacterias con flagelos que crece fácilmente en la mayoría de medios y que prolifera en alimentos cocinados de manera imperfecta. Para evitarla basta con cocinar correctamente los alimentos y seguir las medidas de higiene habituales. Por ejemplo, para evitar la *Salmonella*, una de las recomendaciones es no separar la clara de la yema directamente en la cáscara de huevo, porque puede estar contaminada. Por cierto, que la cáscara del huevo, que parece tan dura, es parcialmente permeable: por eso los huevos no se deben lavar, para evita que microorganismos (como la *Salmonella*) la puedan traspasar. El período de incubación de la *Salmonella* varía entre 5 horas y 5 días y sus síntomas son dolor abdominal y diarrea. El uso incorrecto y el abuso de los antibióticos hace que aparezcan cepas multiresistentes. Por cierto, la *Salmonella*, no tiene nada que ver con el calentamiento global, como incorrectamente dice el vídeo. La temperatura del centro del huevo debe alcanzar 71.11 °C para asegurarse que son inocuas, por lo que el huevo cocido en el Everest puede contener *Salmonella*.

Figura 7. *Salmonella*.

7. ¿Cómo obtener un huevo duro más rápidamente?

- Tal y como vimos en el capítulo I del huevo duro del Everest, a mayor presión, mayor temperatura de ebullición. Y a mayor temperatura de ebullición, mayor velocidad de coagulación de las proteínas y por lo tanto, menor tiempo de cocción del huevo. Para conseguir una presión mayor podemos ir, por ejemplo, al fondo del mar. Pero como es muy complicado hacer un huevo duro allí, lo que hacemos es utilizar un equipo especialmente diseñado para trabajar a presiones más elevadas: la olla a presión (popularizada por el ejército de Napoleón). La presión que soporta (≈ 2 atmósferas), equivale a estar a una profundidad de 10 metros. En estas condiciones, el agua hierve a una temperatura mayor de 100 °C (a 4.7 atm la temperatura de ebullición es de 150 °C). ¡Además, a esta temperatura, la *Salmonella* ya no es un problema! Por cierto, los equipos que trabajan a presión elevada tienen que tener las

paredes gruesas, para soportar la presión sin explotar. Y siempre disponen de una válvula de seguridad, para evitar que la presión aumente peligrosamente.



Figura 8. Olla a presión.

[Volver al inicio](#)

