Título	La olla exprés: cocinar "bajo alta presión"
Concepto físico	Presión. Cambios de fase. Punto de ebullición. Cinética química.
Enlaces	Link 1 (Relación presión-temperatura de ebullición) Link 2 (Cocinar a diferentes presiones)

Explicación teórica

La olla exprés es uno de los utensilios de cocina más comunes en los hogares españoles, pero también uno de los que mejor ilustran principios físicos fundamentales. Su funcionamiento se basa en una idea sencilla: si se impide que el vapor de agua escape de un recipiente cerrado, la presión en su interior aumenta, y con ella la temperatura a la que hierve el agua. Este aumento de temperatura acelera drásticamente las reacciones químicas y los procesos físicos responsables de la cocción, reduciendo el tiempo necesario a una fracción del habitual.

La relación entre presión y temperatura de ebullición

A nivel del mar, el agua hierve a 100 °C. Pero esta temperatura no es una propiedad absoluta del agua, sino el resultado del equilibrio entre la presión del vapor de agua y la presión atmosférica exterior. Cuando la presión de vapor iguala a la presión exterior, las moléculas de agua pueden escapar del líquido de forma masiva: eso es la ebullición. Si se aumenta la presión exterior, se necesita más energía (mayor temperatura) para que el vapor alcance esa presión y pueda escapar. Esta relación queda descrita por la ecuación de Clausius-Clapeyron, que establece que la temperatura de ebullición aumenta con la presión.

Una olla exprés doméstica trabaja típicamente a una presión de 1,8–2 atmósferas, el doble de la presión atmosférica normal. En esas condiciones, el agua no hierve hasta alcanzar aproximadamente 120 °C. Esta diferencia de 20 °C respecto a la cocción convencional puede parecer pequeña, pero tiene consecuencias enormes sobre la velocidad de cocción.

Por qué cocina más rápido: la regla de Van't Hoff

La velocidad de la mayoría de las reacciones químicas y procesos bioquímicos, incluidos los que ablandan los tejidos vegetales y animales durante la cocción, depende fuertemente de la temperatura. Una regla empírica ampliamente utilizada en química, la regla de Van't Hoff, establece que, por cada 10 °C de aumento de temperatura, la velocidad de reacción aproximadamente se duplica. Aplicando esta regla, a 120 °C los procesos de cocción son unas 4 veces más rápidos que a 100 °C. Esto explica que unas lentejas que necesitan 60 minutos en olla normal queden perfectas en 15–20 minutos en olla exprés.

A nivel molecular, el aumento de temperatura incrementa la energía cinética de las moléculas, lo que eleva la fracción de colisiones que superan la energía de activación necesaria para que se produzca la reacción. En el contexto de la cocción, esto se traduce en una hidrólisis más rápida del colágeno en gelatina (ablandamiento de carnes), una gelatinización más rápida del almidón y una desnaturalización más eficiente de las proteínas.

El equilibrio líquido-vapor y la válvula de seguridad

Cuando el agua hierve dentro de la olla cerrada, genera vapor que no puede escapar. Como el recipiente es estanco y sigue habiendo agua líquida, la presión y la temperatura aumentan de forma acoplada siguiendo la curva de presión de vapor del agua: a más presión, mayor temperatura de ebullición. Este aumento continúa hasta que la presión alcanza el valor de diseño de la válvula, que se abre y deja escapar el exceso de vapor al exterior. A partir de ahí la presión se estabiliza: el calor que se sigue aportando produce nuevo vapor, pero ese vapor sale por la válvula en lugar de acumularse, de modo que la presión, y con ella la temperatura de cocción, del orden de 120 °C, se mantiene aproximadamente constante. Es un equilibrio dinámico entre el vapor que se genera y el que se libera, no una condensación dentro de la olla.

El mismo principio explica el fenómeno opuesto en alta montaña. La ebullición ocurre cuando la presión de vapor del agua iguala a la presión externa; si esta última disminuye, la igualdad se alcanza a menor temperatura. Por eso, donde la presión atmosférica es más baja, el agua hierve más fría: a unos 3500 m lo hace en torno a 85 °C, y en la cima del Everest (8848 m) por debajo de 70 °C. Como la velocidad de cocción depende de la temperatura, los alimentos tardan mucho más: cocer un huevo duro en la cima resulta impracticable, porque a esa temperatura la coagulación de las proteínas es demasiado lenta e incompleta. La olla exprés no es más que la aplicación deliberada de esta misma curva en el sentido contrario: subir la presión para cocinar más caliente y más rápido.

Implicaciones en seguridad alimentaria

A 100 °C se destruyen la mayoría de las formas vegetativas de las bacterias patógenas, pero las esporas de algunos microorganismos, como Clostridium botulinum, son extraordinariamente resistentes al calor y solo se destruyen de forma fiable a temperaturas superiores a 121 °C. Por ello, la esterilización de conservas industriales se realiza en autoclaves que funcionan a presiones de 3 atmósferas y temperaturas de 134 °C, exactamente el mismo principio que la olla exprés pero llevado a condiciones más extremas. Este es el fundamento físico de los procesos de esterilización UHT y de la pasteurización a alta presión.

Temperatura de ebullición del agua según la presión

Situación	Presión	Temperatura de ebullición del agua	Tiempo de cocción relativo
Alta montaña (3500 m)	~0,65 atm	~85 °C	Más largo
Nivel del mar (olla normal)	1 atm	100 °C	Referencia
Olla exprés doméstica	~2 atm	~120 °C	2–3 veces más corto
Autoclave industrial	~3 atm	~134 °C	Muy corto (esterilización)

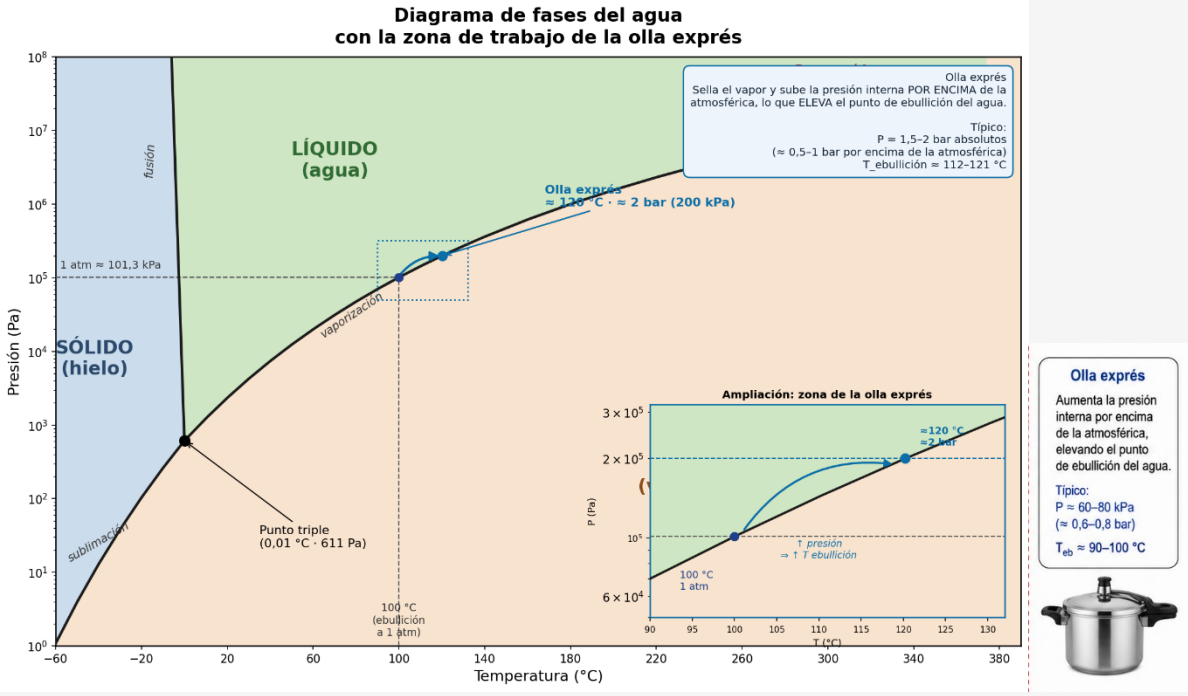


Diagrama de fases del agua con la zona de trabajo de la olla exprés señalada]

Fuente: Elaboración propia

Preguntas de reflexión

1. En la cima del Aconcagua (6962 m), la presión atmosférica es de aproximadamente 0,47 atm. Usando el concepto de temperatura de ebullición en función de la presión, ¿a qué temperatura aproximada hierve el agua allí? ¿Qué consecuencias tiene esto para cocinar pasta o arroz?
2. Aplicando la regla de Van't Hoff, estima cuántas veces más rápida es la cocción a 120 °C respecto a 100 °C. ¿Coincide con la reducción de tiempo que se observa en la práctica con la olla exprés?
3. ¿Por qué las conservas industriales (atún en lata, verduras en bote) se esterilizan en autoclave y no simplemente hirviendo los envases en agua? ¿Qué microorganismo concreto justifica la necesidad de superar los 100 °C?
4. Cuando se abre una olla exprés antes de que se haya despresurizado completamente, el agua interior puede salir proyectada con violencia. Explica este fenómeno usando los conceptos de presión y temperatura de ebullición vistos en esta ficha.

Autores: Pascual Sevillano, Francisco José Torcal y Fernando Blesa. Dpto. de Física Aplicada. Universidad de Zaragoza.