

¿Son realmente útiles 20 000 aumentos en microscopía digital?

Introducción

Los microscopios digitales disponen únicamente de una cámara para la observación de las imágenes y no incluyen oculares. Los microscopios con oculares para observación visual como, por ejemplo, los microscopios estereoscópicos, también pueden equiparse con cámaras digitales. Ambos tipos de microscopios se utilizan para diferentes aplicaciones en numerosos ámbitos e industrias.

Para evaluar el rendimiento de un microscopio óptico, es importante saber cuál es el máximo aumento que puede alcanzar. En el caso de la microscopía digital, a menudo se mencionan valores de aumento muy elevados como, por ejemplo, de 20 000x. En este informe se ofrecen algunas

directrices prácticas respecto a cuál es el rango de aumentos útil en microscopía digital.

Definición de «aumento»

El aumento se define como la proporción entre el tamaño de una característica de un objeto vista en una imagen y el tamaño real de la característica en cuestión. El aumento bidimensional lateral se puede determinar a partir de:

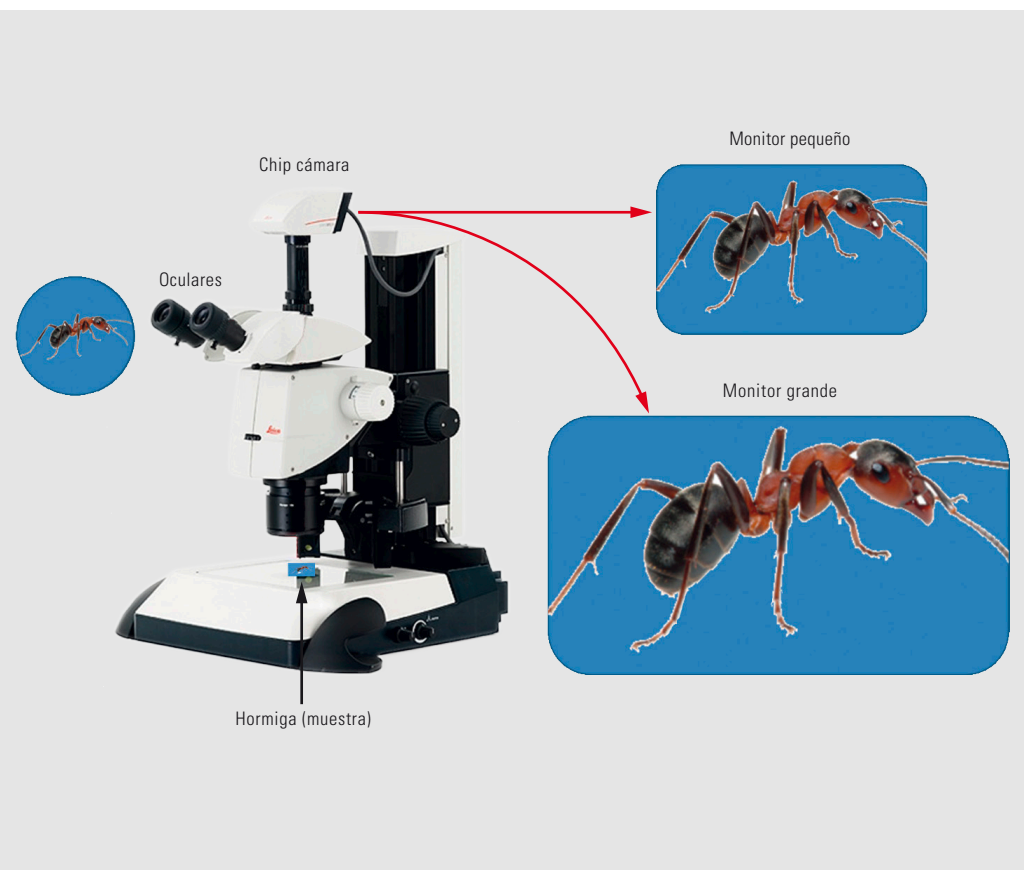
$$\text{Aumento} = \frac{\text{Dimensiones de la característica en la imagen}}{\text{Dimensiones de la característica en el objeto real}}$$

A continuación se muestran ejemplos de un microscopio digital y de un microscopio estereoscópico con oculares y cámara digital.

Izquierda: Microscopio estereoscópico Leica M205 C con cámara digital Leica DFC450 C incorporada.

La muestra de la hormiga se puede observar a través de los oculares o de un monitor de visualización (se muestran dos tamaños) para la detección de imágenes mediante la cámara.

Derecha: Microscopio digital Leica DMS1000 en el que se utilizan diferentes tamaños de monitor para la visualización de imágenes.



RANGO DE AUMENTOS ÚTIL EN MICROSCOPÍA DIGITAL

Siempre se plantea la pregunta de si un nivel de 20 000x se encuentra sencillamente fuera del rango útil, lo que significa que se trata de un **aumento vacío** con el que no es posible resolver detalles adicionales. ¿Qué determina qué rango de aumentos es útil en microscopía digital cuando se observa una imagen a través de una pantalla o de un monitor?

Existen dos factores principales: la resolución del sistema de microscopio y la distancia de visualización de la imagen.

Resolución del sistema de microscopio

La resolución del sistema en el caso de un microscopio digital o de un microscopio con oculares utilizado con una cámara digital está influenciada por tres factores principales:

- › la resolución óptica del objetivo, el zoom, el tubo y las lentes del soporte para cámara;
- › la resolución del sensor de imagen del chip de la cámara;
- › la resolución de visualización de imágenes del monitor electrónico

El límite de resolución del sistema de microscopio digital viene determinado por el más bajo de los tres valores de resolución anteriores.

Rango de aumentos útil

En primer lugar, se da por supuesto que la distancia de visualización – la distancia entre los ojos del observador y la imagen visualizada – se encuentra siempre dentro del rango útil.

El **rango útil de distancia de visualización** se basa en una referencia convencional de 25 cm, el punto medio más cercano en el que el ojo humano puede enfocar con claridad.

El rango de aumentos útil en microscopía digital se puede definir como:

$$\frac{\text{Resolución del sistema}}{6} < \text{Aumento útil} < \frac{\text{Resolución del sistema}}{3}$$

De este modo, el **rango de aumentos útil** se encuentra comprendido entre $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{3}$ de la resolución del sistema de microscopio.

Los chips de las cámaras modernas presentan a menudo tamaños de píxel muy por debajo de 10 μm y, los monitores

modernos, muy por debajo de 1 mm. A un aumento alto desde la muestra al chip de la cámara (de 150x, por ejemplo), la resolución del sistema de microscopio viene determinada por el límite de resolución óptica. El límite de resolución óptica para altas aperturas numéricas (1.3) y la longitud de onda reducida en el rango visible (400 nm) es de aproximadamente 5400 pares de líneas/mm. El **aumento máximo** dentro del rango útil que se acaba de definir es **1800x**.

A un aumento muy bajo (por ejemplo, inferior a 1x desde la muestra al chip de la cámara), la apertura numérica suele ser bastante reducida; no obstante, el límite de resolución de los chips de cámaras con tamaños de píxel superiores a 2 μm y de los monitores con tamaños de píxel superiores a 0.5 mm será normalmente inferior a la resolución óptica. Por tanto, a un aumento muy bajo, el límite de resolución del chip o del monitor es a menudo el factor dominante.

Aumento vacío

Siempre que el valor de aumento supera el rango de aumentos útil en microscopía digital (1800x), se obtiene como resultado un aumento vacío en el que la imagen se muestra a mayor tamaño, pero no es posible resolver detalles adicionales de la muestra. Un valor de 20 000x es muy superior a 1800x, por lo que se tratará claramente de un aumento vacío.

Conclusión

En el caso de los microscopios digitales, como sucede con otros microscopios ópticos, existe un claro límite en cuanto al rango de aumentos útil. Si se supera dicho rango o, en otras palabras, si se utilizan más de 1800x, lo único que se obtendrá es un aumento vacío. Para comprender mejor cuál es el rango de aumentos útil en microscopía digital, consulte el informe técnico que se cita a continuación como lectura adicional.

Lectura adicional

[DeRose, J.A., Doppler, M.: What Does 30,000x Magnification Really Mean? Some Useful Guidelines for Understanding Magnification in Today's New Digital Microscope Era. Leica Science Lab, febrero de 2015](#)