

Microscopía de Fuerza Atómica en el análisis de espermatozoides

Atomic Force Microscopy in sperm analysis

Héctor Pérez Ladrón de Guevara^{1*}, Adalberto Zamudio Ojeda², Santiago José Guevara-Martínez².

El Microscopio de Fuerza Atómica conocido como AFM por sus siglas en inglés (Atomic Force Microscopy), es un tipo de microscopía electrónica que permite generar una imagen a través de la interacción de las fuerzas de repulsión entre una punta llamada "cantilever" y la superficie que se está midiendo, un laser alineado a la punta y un detector mide los cambios en la altura de esta, obteniéndose un mapa del área medida con la altura respectiva a cada punto, lo cual se aprecia en una escala de colores. La figura 1 muestra un esquema del funcionamiento del AFM.

<https://doi.org/10.25009/rmu.2025.1.134>

Recibido: 07/03/25

Aprobado: 26/05/25

¹ Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara

² Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

* hector.pladrondeguevara@academicos.udg.mx

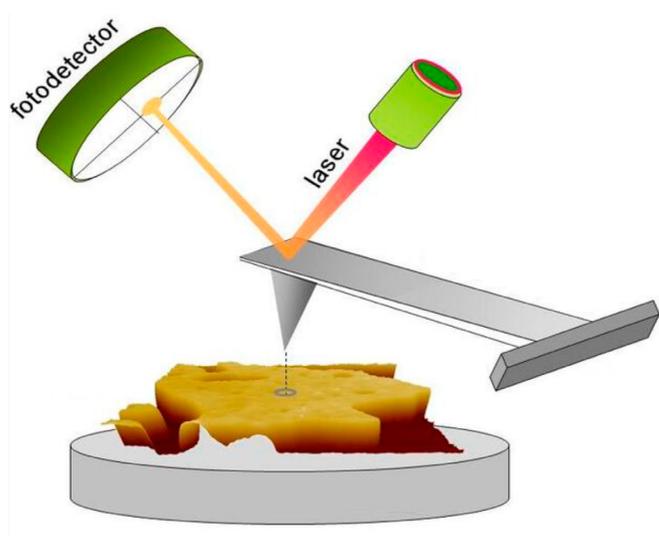
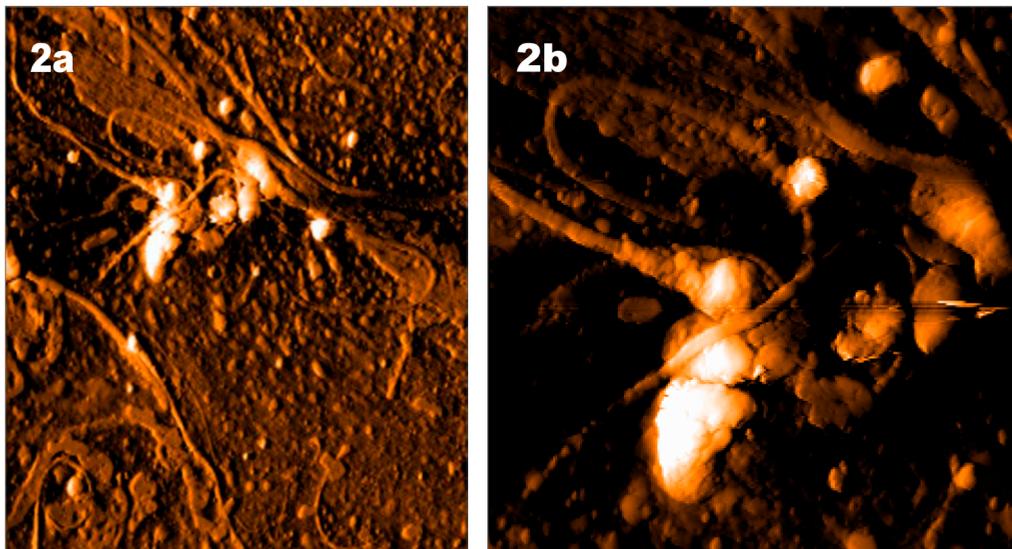


Figura 1. Esquema del funcionamiento del Microscopio de Fuerza Atómica (AFM).

El AFM permite obtener imágenes con una resolución de amstrongs ($1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$), es decir 1,000 veces más el aumento que se obtiene en un microscopio óptico. Estas características lo hacen ideal para el estudio de materiales, y en el caso de muestras biológicas sus aplicaciones han estado aumentando.

A diferencia de otros tipos de microscopias electrónicas más caras como el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), en el que la muestra se tiene que recubrir en oro para poder obtener señal, o el Microscopio Electrónico de Transmisión (MET) en el que el tamaño del espermatozoide resulta muy grande para las posibilidades del equipo y además de que se necesitan fijarlos con técnicas más complejas. En el AFM solo se necesita fijar la muestra por analizar en una superficie que puede ser un portaobjetos, la forma de fijarlo no requiere tinción ni colorantes, únicamente se deposita una muestra de semen en el portaobjetos y se distribuye uniformemente con un hisopo para posteriormente dejarlo secar unos minutos. Se debe de mencionar que la muestra a analizar debe de estar seca por que se utiliza el AFM en medición tipo "Contacto".

En las figuras 2a y 2b se muestran las imágenes obtenidas por el AFM en modo Contacto en un área de barrido de 70x70 micrómetros (μm), y también en un área de barrido de 28.3x28.3 micrómetros (μm).



Figuras 2a y 2b. Imágenes de Espermatozoides obtenidas por AFM en modo Contacto en un área de barrido de 70x70 micrómetros (μm), y 28.3x28.3 micrómetros (μm) respectivamente.

Las herramientas de análisis del microscopio nos permiten determinar aspectos importantes de la morfología de los espermatozoides tales como el tamaño de la cabeza, del flagelo, y observar si existen posibles alteraciones en su estructura.

También a diferencia de las otras técnicas, ya que se mide la altura en cada punto es posible realizar una imagen 3D que nos permite apreciar con mayor detalle las características morfológicas de los espermatozoides, en la figura 3 se muestra la imagen 2a en una vista 3D, con el software del equipo es posible medir la longitud y grosor de la cabeza, parte central, y flagelo del espermatozoide.

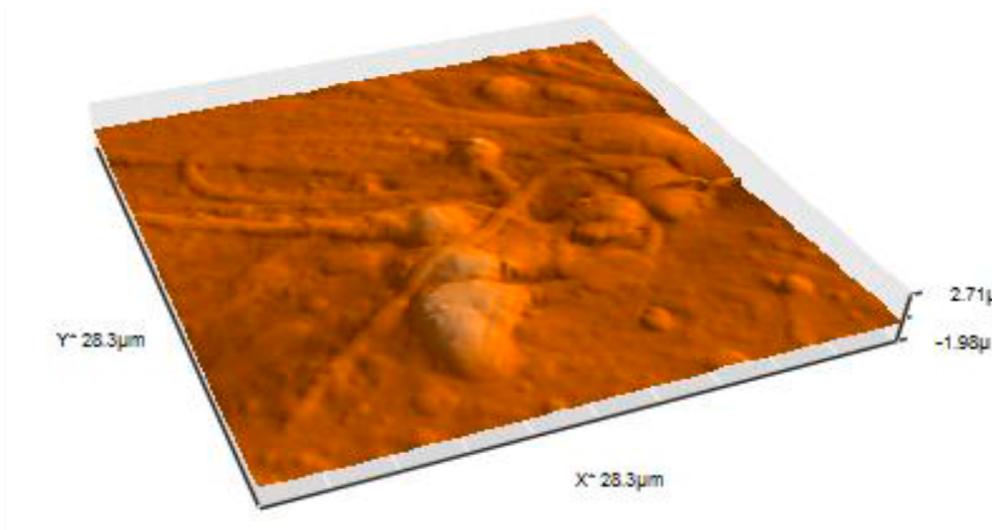


Figura 3. Imagen 3D de Espermatozoides obtenida por AFM en modo Contacto en un área de barrido de 28.3x28.3 micrómetros (μm).

Por mencionar algunas aplicaciones, estos estudios nos permiten observar cambios en el volumen del espermatozoide, características comúnmente relacionadas con algunos tipos de enfermedades, así como posibles malformaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Dufrêne, Y., Ando, T., Garcia, R. et al. Imaging modes of atomic force microscopy for application in molecular and cell biology. *Nature Nanotech* 12, 295–307 (2017).

Methods in Molecular Biology, vol. 242: Atomic Force Microscopy: Biomedical Methods and Applications, Edited by: P. C. Braga and D. Ricci, Humana Press Inc., Totowa, NJ

Atomic Force Microscopy, Peter Eaton and Paul West, Oxford University Press, 2010.

