APÉNDICE A
Simbología

ζ	*Exponente de rugosidad*
ξ	*Longitud de correlación*
Rms	*Rugosidad raíz media cuadrada*
Tg	*Temperatura de transición vítrea*
Ff	*Temperatura de fusión*
σ	*Esfuerzo de tensión*
σ_{ij}	*Tensor de esfuerzos*
ε_{kl}	*Tensor de deformación (strain)*
C_{ijkl}	*Tensor de constantes elásticas (Stiffnes)*
$\lambda/2$	*Distancia interatómica de separación*
a_o	*Distancia interatómica de equilibrio*
γ_s	*Energía superficial*
c	*Longitud media de la grieta*
U, U_o	*Energía potencial por unidad de espesor*
B	*Índice de fragilidad*
ρ	*Radio de curvatura*
K	*Factor de intensidad de esfuerzos*
D_t	*Dimensión topológica*
D	*Dimensión fractal*
D_H	*Dimensión de Hausdorff-Besicovitch*
δ^i	*Segmentos de dimensión i*
X	*Coordenada de un punto*
X'	*Transformación de X*
w_∞	*Momento estadístico de orden infinito (Z_{max})*
w_2	*Segundo momento estadístico con respecto a la media*

APÉNDICE B
Microscopía de Fuerza Atómica

A continuación se describe brevemente la técnica de microscopía de fuerza atómica (MFA), la cual fue ampliamente empleada en esta investigación.

1.1.- Principio de operación del MFA

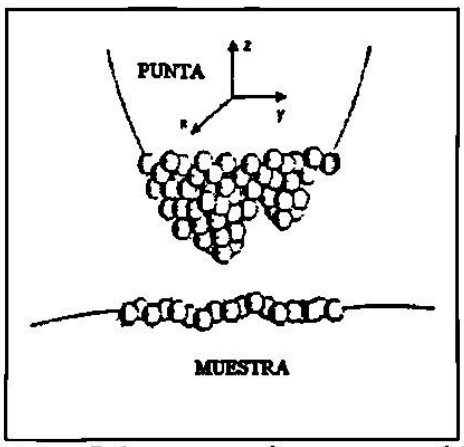

Figura B-1, esquema de una punta del MFA, las esferas representan átomos.

Este microscopio sondea la superficie de una muestra con una punta muy fina cuya longitud es de un par de micrones y, su diámetro es menor de 100 Å. Dicha punta está emplazada en el cabo libre de un cantilever cuya longitud es del intervalo de 100 a 200 μm, en la figura B-1 se aprecia un esquema de dicha punta

El nombre del microscopio proviene del principio mismo de su funcionamiento. Existe una fuerza asociada a la punta y la superficie de la muestra, esta fuerza es conocida como fuerza interatómica o de *Van der Waals*, la figura B-2 muestra un gráfico conocido como curva de *Condon-Morse*, en éste se aprecia la fuerza interatómica como función de la distancia de separación.

Figura B-2. Curva de fuerza interatómica Vs separación.

1.2.- Operación del MFA

Un láser guiado mediante un espejo se dirige hacia el extremo del cantilever justo donde está la punta. Ya que el escáner y por lo tanto la muestra, están en movimiento, la fuerza entre la muestra y la punta causa una deflexión en el cantilever, entonces el láser reflejado por el cantilever es dirigido a diferentes alturas. Un detector capta la señal del has reflejado y por último, un procesador conectado al detector y al escáner transforma las alturas y los barridos en perfiles topográficos, al unir los perfiles se forma una imagen 3-D topográfica de la superficie, este funcionamiento se aprecia en la figura B-3.

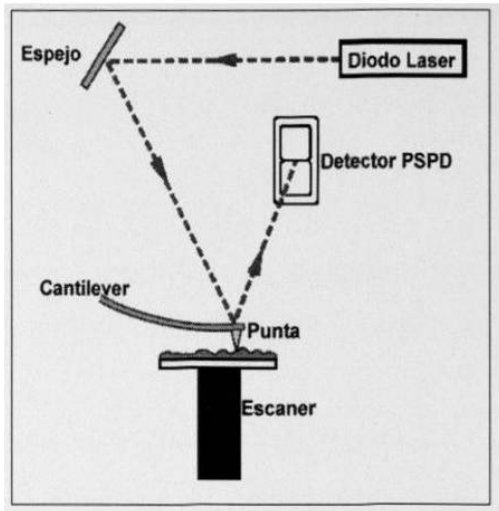

Figura B-3, funcionamiento básico del MFA.

El MFA opera en dos modalidades básicas; estas son: contacto y no contacto, además de una tercera (contacto intermitente) que es una combinación de las dos anteriores. En la figura B-2 se ilustran estas modalidades en función de la curva de separación interatómica.

1.3.- Modalidad de contacto. En el modo de contacto, también conocido como repulsivo, la punta hace un delicado "contacto físico" con la superficie de la muestra. El cantilever posee una constante de resorte más baja que la constante efectiva de resorte que mantiene unidos a los átomos. Las fuerzas de contacto causan flexión en el cantilever; por lo tanto, conforme la muestra se mueve bajo la punta, el cantilever se arquea según la topografía del espécimen generando una imagen, en este trabajo se empleo la técnica de MFA en esta modalidad.

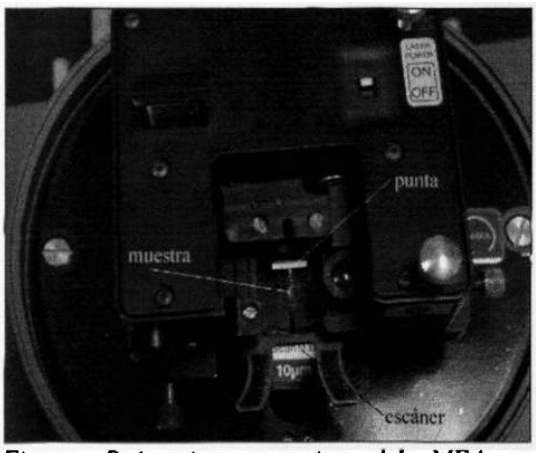

Figura B-4, vista superior del MFA en operación.

2.4.2.2 Modo de no contacto. Esta es otra modalidad del microscopio de fuerza atómica. El espaciamiento que existe entre la punta y la superficie del espécimen es del

orden de decenas a cientos de angstroms. La fuerza entre la punta y la superficie de la muestra es atractiva; por lo tanto, el tipo de cantilever usado en esta técnica debe ser más rígido para evitar el "contacto" con la superficie de la muestra. La figura B-4 muestra el MFA en operación realizando un barrido sobre la superficie de fractura del vidrio.

APÉNDICE C
Publicaciones

2001

1.- **Propiedades De Escalamiento En La Fractura Del Vidrio Sometido A Intercambio Iónico**. Publicación del Congreso Iberoamericano de Química Inorgánica 2001, Guanajuato México.

2.- **Scaling Properties of Fracture Surfaces on Glass Strengthened by Ionic Exchange**. Publicación del VII International Conference on Advanced Materials, ICAM 2001, Cancún México.

2002

1.- **Self-Affine Properties On Fracture Surfaces Of Ionic Exchanged Glass**. Publicación aceptada para próximo congreso: Complexity and Fractals in Nature, 7th International Multidisciplinary Conference, **(Granada España)** Organizado por la escuela de matemáticas de la Kingston University (Inglaterra)