

# **Biovidrio**

## ***Estructuras, Propiedades y Aplicaciones***



***Martín Pérez Comisso***

***Curso: Química de Polímeros***



# ¿Qué es el Biovidrio?

**El Biovidrio es un polímero inorgánico de condensación, formado principalmente por redes de silicatos.**



# ¿Qué es el Biovidrio?

Se denomina **biovidrio** por su composición y apariencia vítrea y por sus capacidad de interactuar de manera estable con los tejidos biológicos, incluso, siendo selectivo con las interacciones que realiza con diferentes tejidos.

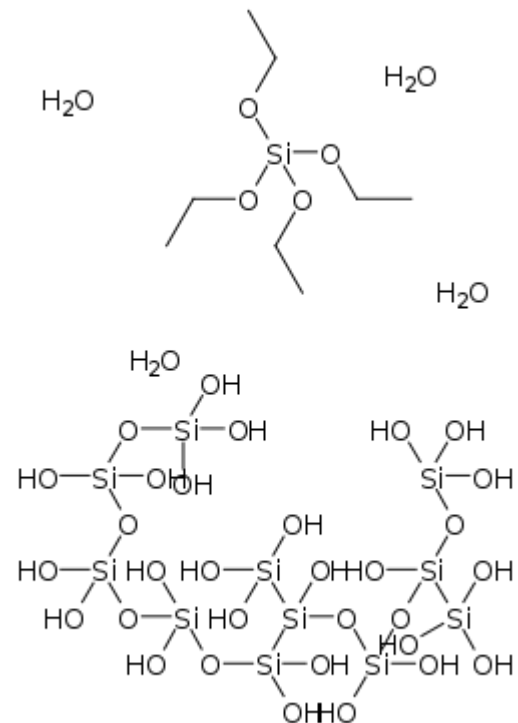
Es un material con muy buenas propiedades mecánicas, resistente a muchas sustancias orgánicas, por lo que es ampliamente usado en aplicaciones en biomedicina y en materiales odontológicos.

Un gran científico en esta campo es **Larry L. Hence** (U. de Florida) quien ha estudiado las propiedades físicoquímicas de varios Biovidrios, principalmente los sintetizados por vía sol-gel.

# Composición

Es una red inorgánica con una ultraestructura altamente repetida y compuesta principalmente de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{Na}_2\text{O}$ . El óxido de silicio proviene generalmente de TEOS (tetraetilortosilicato) o TMOS (tetrametilortosilicato).

Además, se han hecho muchísimas modificaciones a la estructura variando las sales y las proporciones. Es común ver también  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  e inclusive  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Ag}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



# Método Sol-Gel

El **método sol-gel** es un método para la obtención de vidrios y otras especies a partir de un agregado coloidal. El método provee estructuras de alta pureza y homogeneidad a baja temperatura.

Este se encuentra en forma **SOL** (donde se mezcla y comienza la polimerización). Luego de algunos procesos pasa a una disposición **GEL** (en el que continua la polimerización y se obtiene una estructura porosa).



Sol



gel





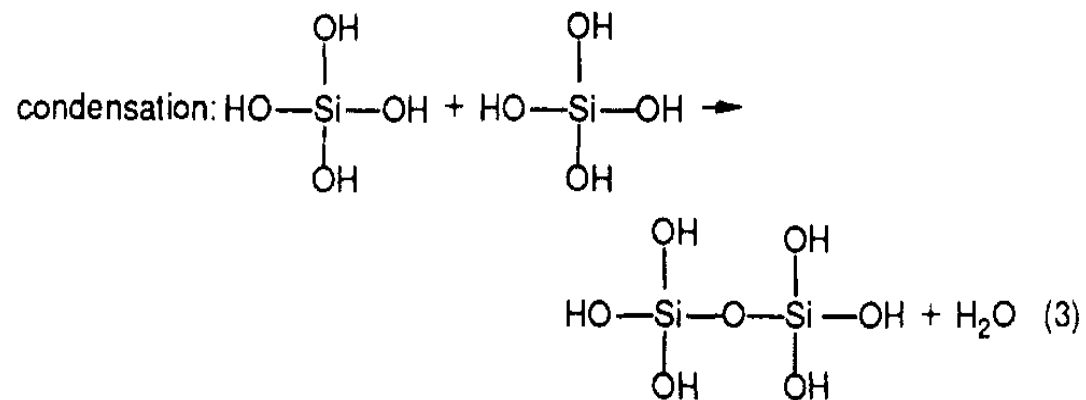
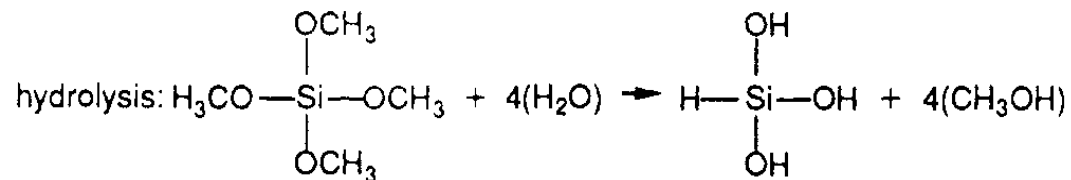
# Método Sol-Gel

Existen **3 vías de reacción** en las que se aplica el método sol-gel:

- 1) Gelación de una solución de polvo coloidal
- 2) Hidrolisis y Policondensación de alcoxidos y nitratos seguido de un secado híper-crítico de geles.
- 3) Hidrolisis y policondensación de alcoxidos seguido de un “aging” y de un secado, ambos a condiciones ambiente.

# Etapas Sol-Gel

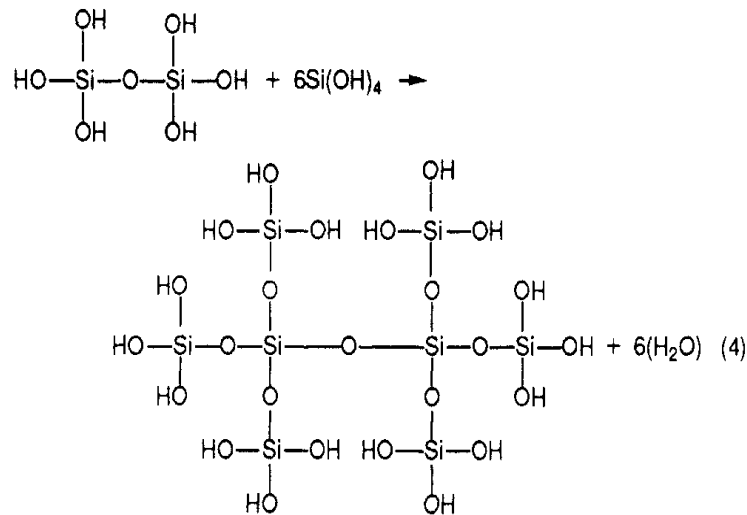
**A) Mezclado** (en vías 2 y 3 se produce hidrólisis y policondensación)



# Etapas Sol-Gel

**B) Moldeo** Aún como líquido de baja viscosidad se coloca en un recipiente

**C) Gelación** Condensación y rigidización del material





# Etapas Sol-Gel



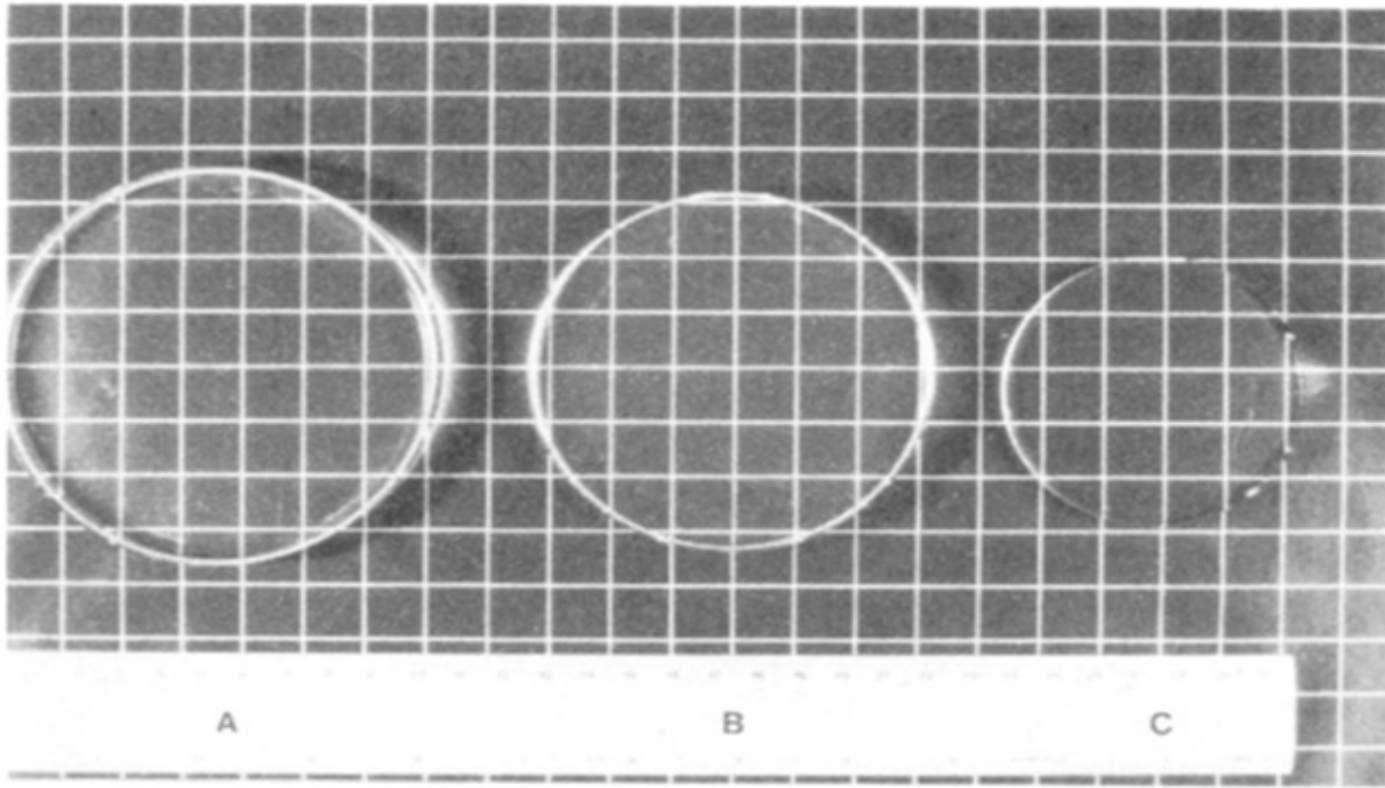
**D) Envejecimiento o « Aging »** Se incrementa el grosor de las paredes y decrece la porosidad. Con temperatura (70°C)

**E) Secado**

**F) Deshidratación** Se produce una estabilización química al sacar el agua por evaporación. Queda una sílica porosa como matriz mayoritaria del material

**G) Densificación** Calentamiento a alta temperatura que genera la reestructuración de los centros, un cambio de fase cristalográfica y la pérdida de los poros.

# Etapas Sol-Gel



i) Secado ii) Estabilización iii) Densificado

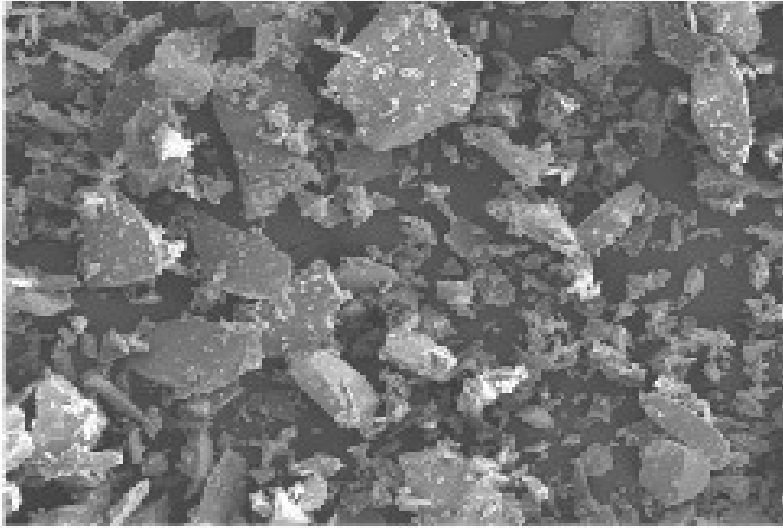
# Síntesis en el laboratorio

Se coloca TEOS con  $\text{HNO}_3$  0,1 M durante 60 min para la **hidrólisis** ácida.

- Se agrega TEP (trietilfosfato) y se deja mezclar por 45 minutos (**policondensación**)
- Luego se agrega  $\text{CaNO}_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  y se agita por 45 min de mezcla más
- Para completar se agrega nitrato de plata y se deja agitar por 1 hora extra.

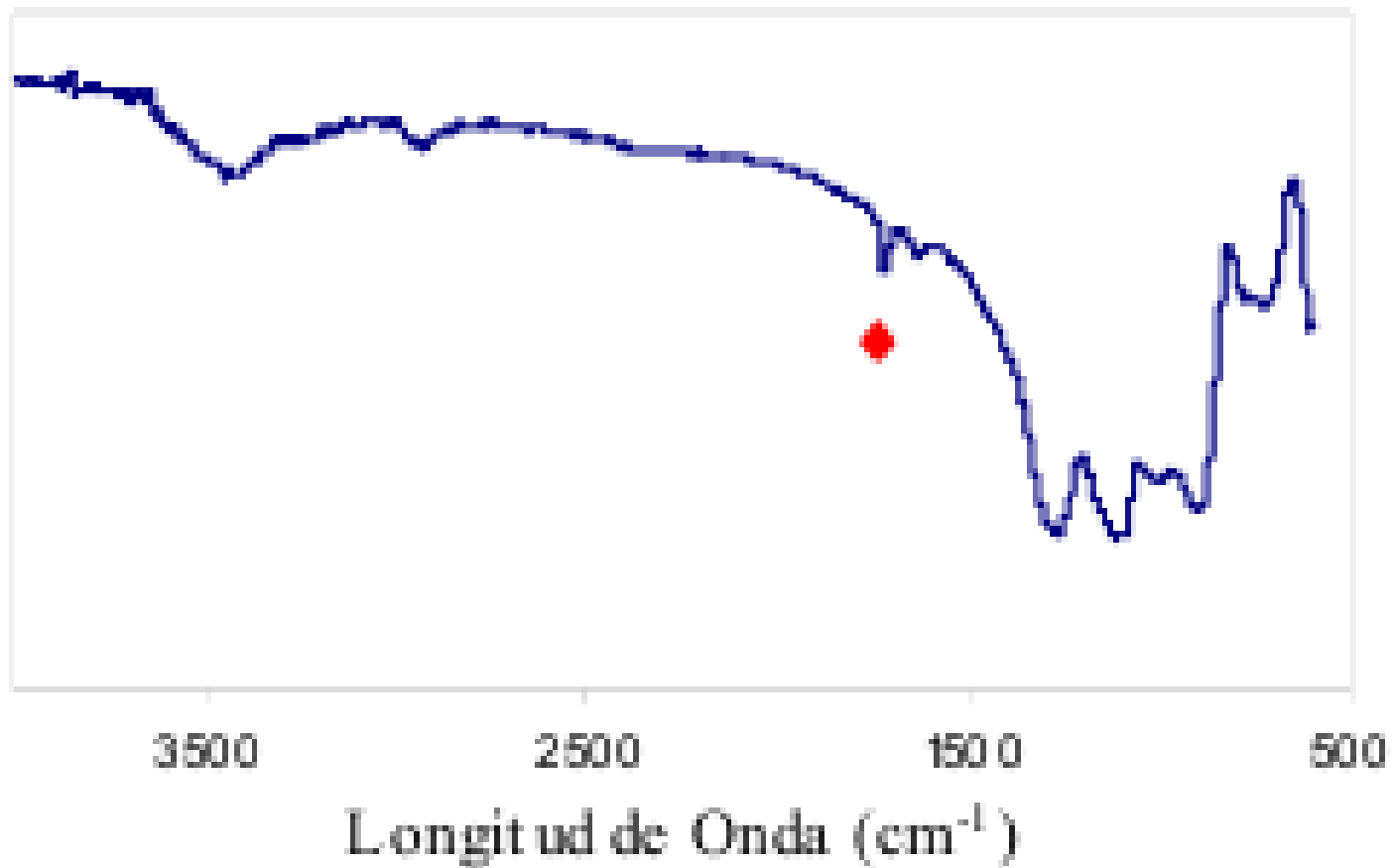
La solución restante se mantiene en teflón por 10 días a temp. ambiente en condiciones de **gelación**. Ya estando como gel se calienta por 3 días adicionales a  $70^\circ\text{C}$  (**aging**). El **agua se remueve** con 2 días de calentamiento a  $120^\circ\text{C}$  y se **seca** el gel teniendo a  $700^\circ\text{C}$  por 1 día el gel, con lo que se estabiliza el biovidrio y se liberan todos los nitratos adheridos.

# Características del Material

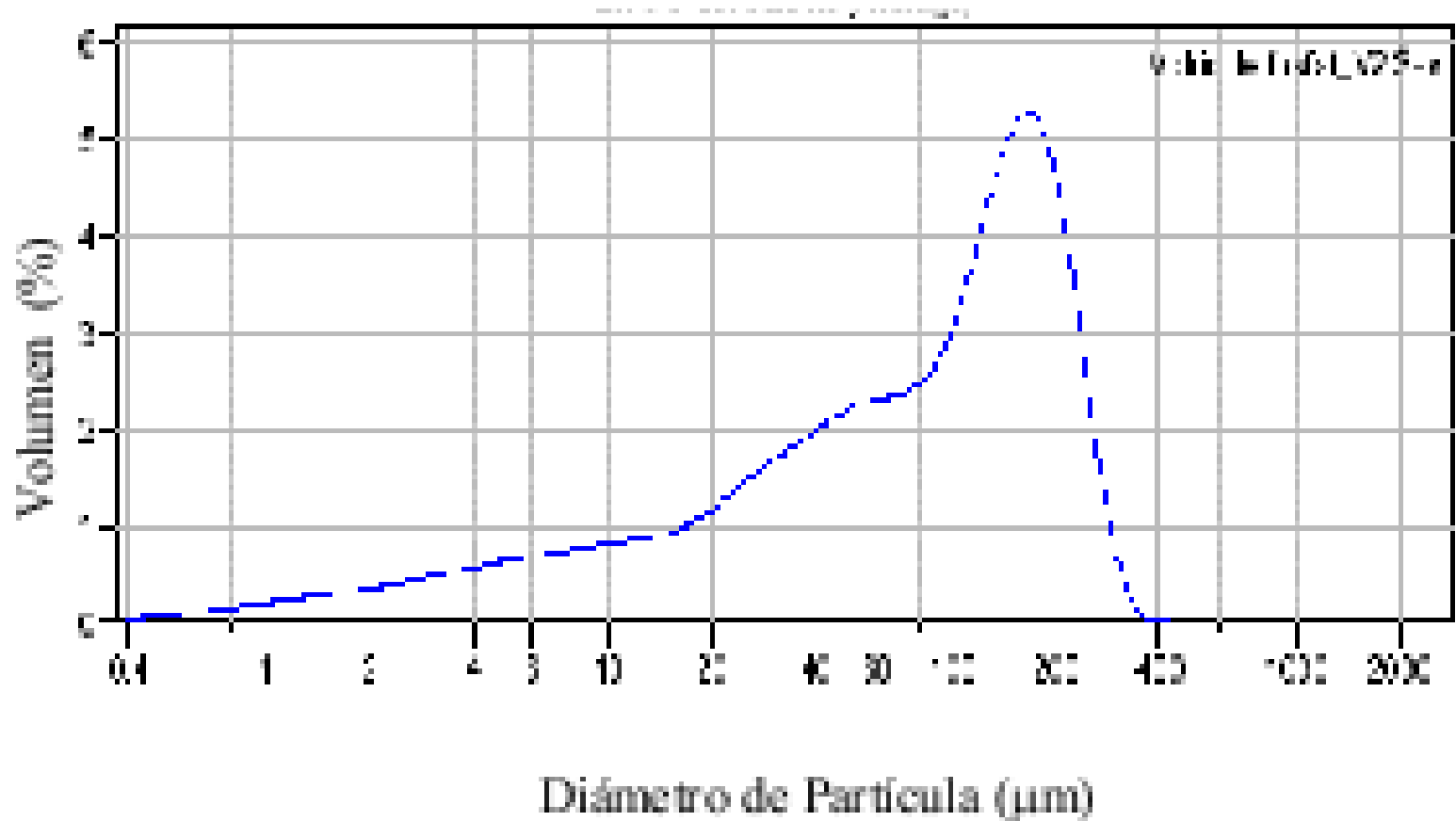


El material destaca por tener una **gran área superficial** (aumenta superficie de contacto), presencia de poros antes de la densificación (que permite la inclusión de nanopartículas), presenta un bajo coeficiente de expansión térmico y una absorción a rangos entre los 160-4200 nm en forma translúcida.

# Espectro Infrarojo



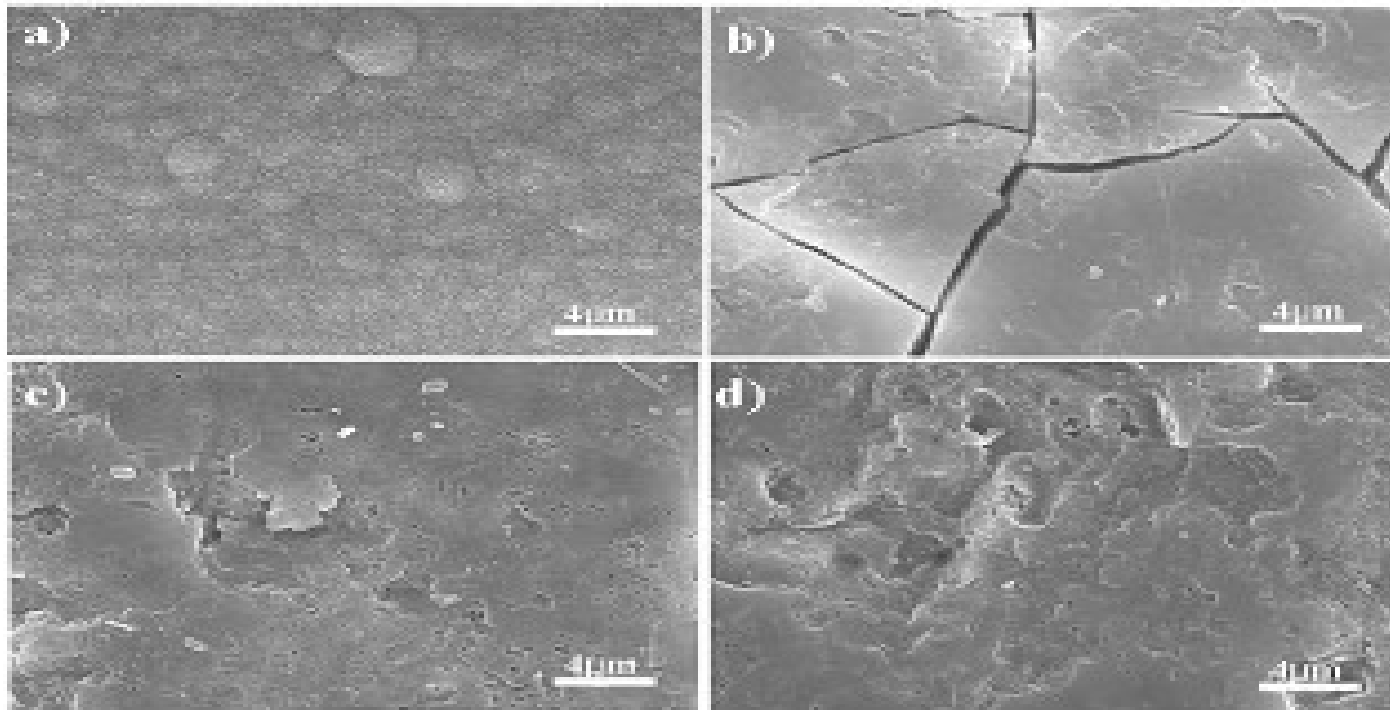
# Distribución de Diametros

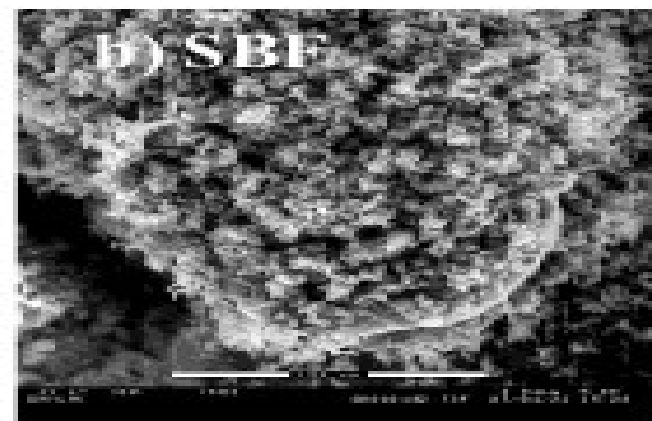
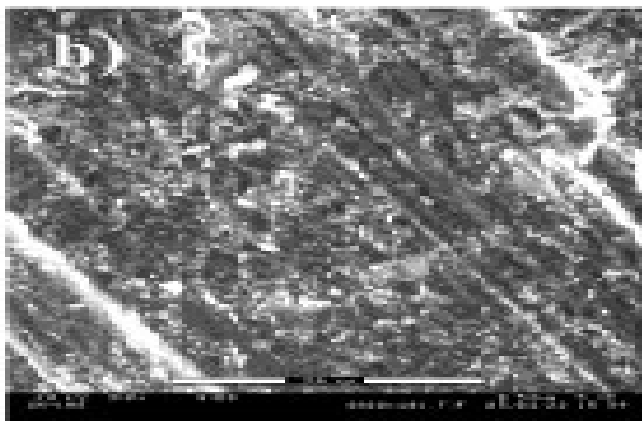
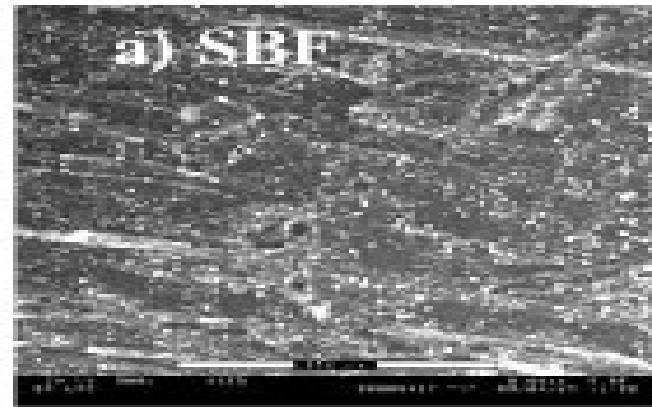
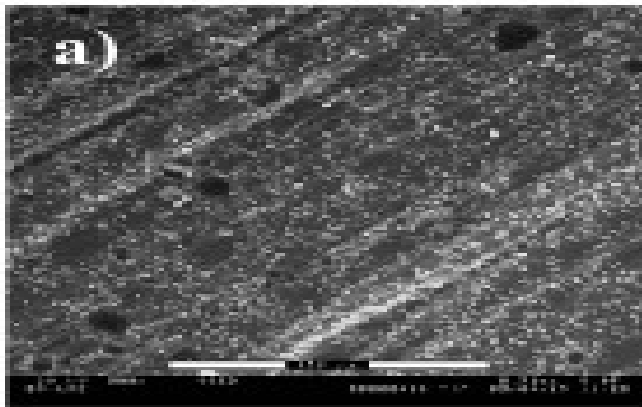




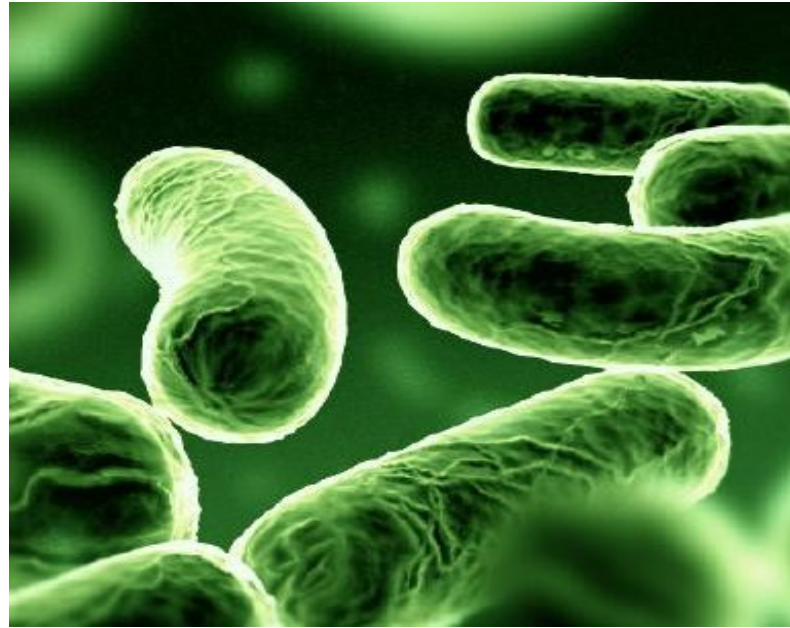
# Micrografías SEM

Se ven Micrografías de diversas superficies de Bioglass





# Aplicaciones



Los biovidrios con incrustaciones de Cu y Ag presentan **propiedades biocidas**, principalmente contra legionella pneumóphilia. Esto se debe a la lixiviación del Cu, B y Ag al contacto del Biovidrio con el agua. Este efecto Biocida se ve incrementado con presencia de Mg, Zn, Ti o Ce.

# Aplicaciones



También puede ser utilizado en la **producción de materiales estériles** y altamente reutilizables, de buena durabilidad como lo puede ser utillaje de quirofano, laboratorio o peluqueria.

Además por sus cavidades es un excelente material para la **liberación controlada en el tiempo de metales**, como lo puede ser para el abonar plantas o suministrar medicamentos de estructuras moleculares compactas.

Finalmente, en la **producción de prótesis dentales y óseas** es de gran utilidad dado que no es reconocido como un agente alergénico al organismo, tiene gran versatilidad y ha comprobado ser muy resistente con ciertos tejidos.

# Efecto Biológico



Se usa en biomedicina por dos motivos:

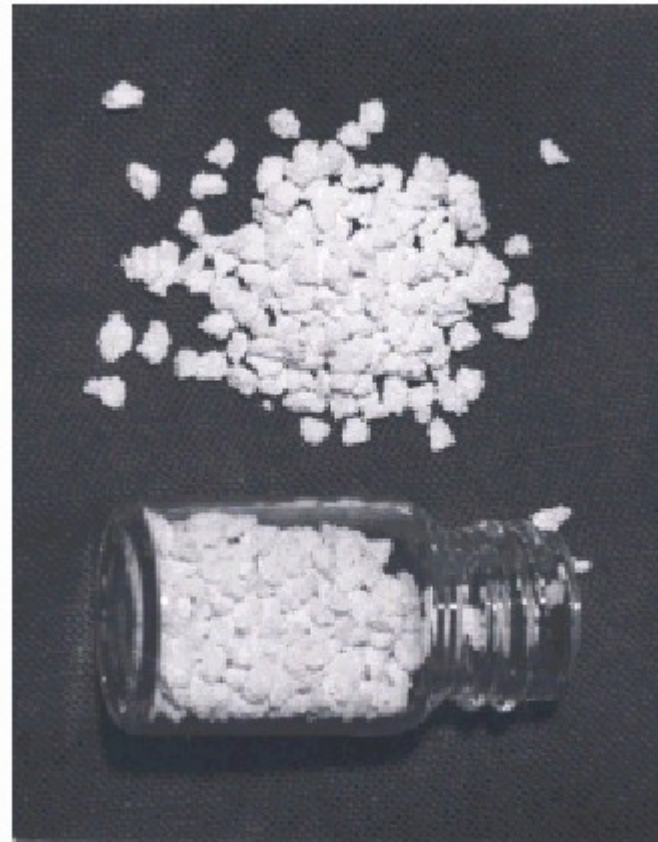
- Es un material que **puede hacerse citotóxico** con la inclusión de nanopartículas (de Cu, Ag u otros metales) y por enlace con el ADN y ARN viral o bacteriano impedir la replicación (efecto similar al cisplatino)
- **Presenta enlaces diferentes con los diferentes tejidos.** Con tejidos rígidos como los huesos forma enlaces muy fuertes que impiden la pérdida de estabilidad estructural, mientras que con tejidos suaves se forman enlaces débiles, como es el caso de las encías. Esto es por la formación de **dihidroxicarbonatoapatita (HCA)**



# Hidroxiapatita



Hidroxiapatita







# A modo de Resumen

El Biovidrio es un **polisilicato de condensación** sintetizado a partir de precursor TEOS o MEOS más otras sales y compuestos orgánicos simples a través del **método sol-gel**. Este involucra etapas de hidrolisis, condensación, secado y densificación.

Los principales usos del Biovidrio pasan por **aplicaciones biológicas de carácter citotóxicas** y por el uso y desarrollo de prótesis dado el enlace diferencial que forma su superficie porosa con distintos tejidos, a causa de la formación en su superficie de apatita.

Es un material **con grandes proyecciones** dada su versatilidad en la composición, bajo costo y su sencilla síntesis.