



Interacción de luz láser con estructuras micrométricas

Juan Hernández Cordero

Departamento de Reología y Mecánica de Materiales

Instituto de Investigaciones en Materiales

UNAM

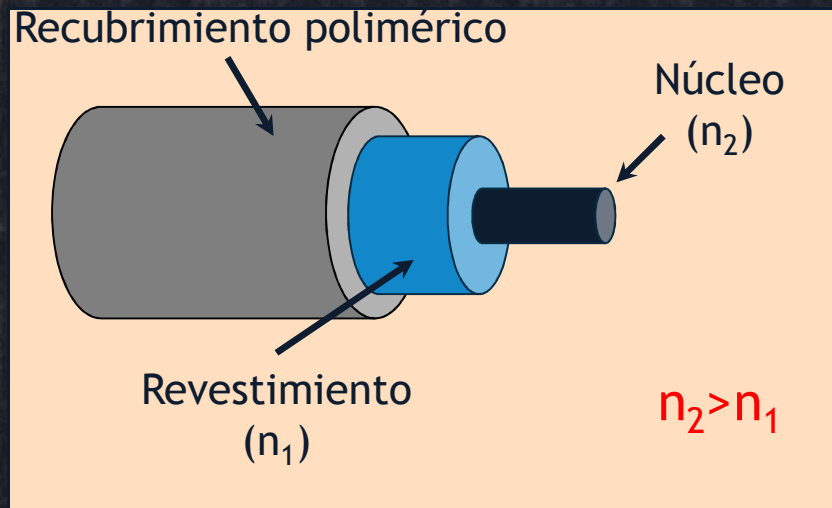
Laboratorio: objetivos

Investigación básica y aplicada en:

- Sensores basados en fibras ópticas (dispositivos).
- Técnicas de medición con tecnología de fibra óptica (interferometría, espectroscopía, etc.).
- Técnicas para codificación y multiplexado de sensores (parámetros múltiples, distribuidos).
- Fibras ópticas láser (sensores, fuentes de luz).



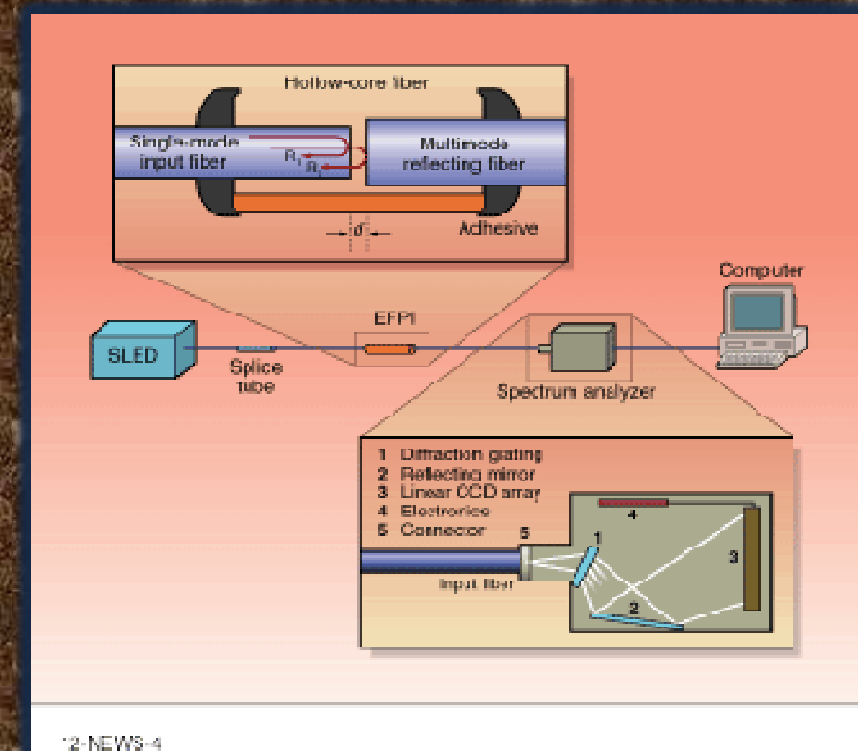
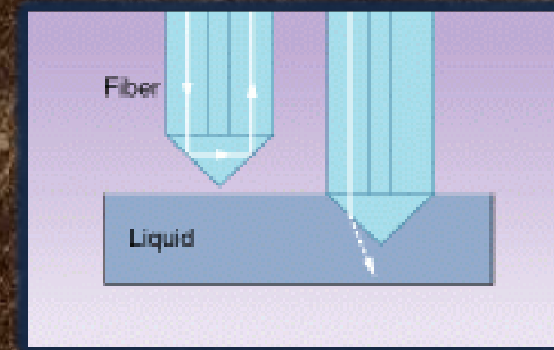
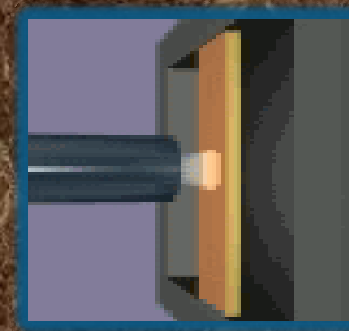
Preliminares: fibra óptica



imágenes, etc.)

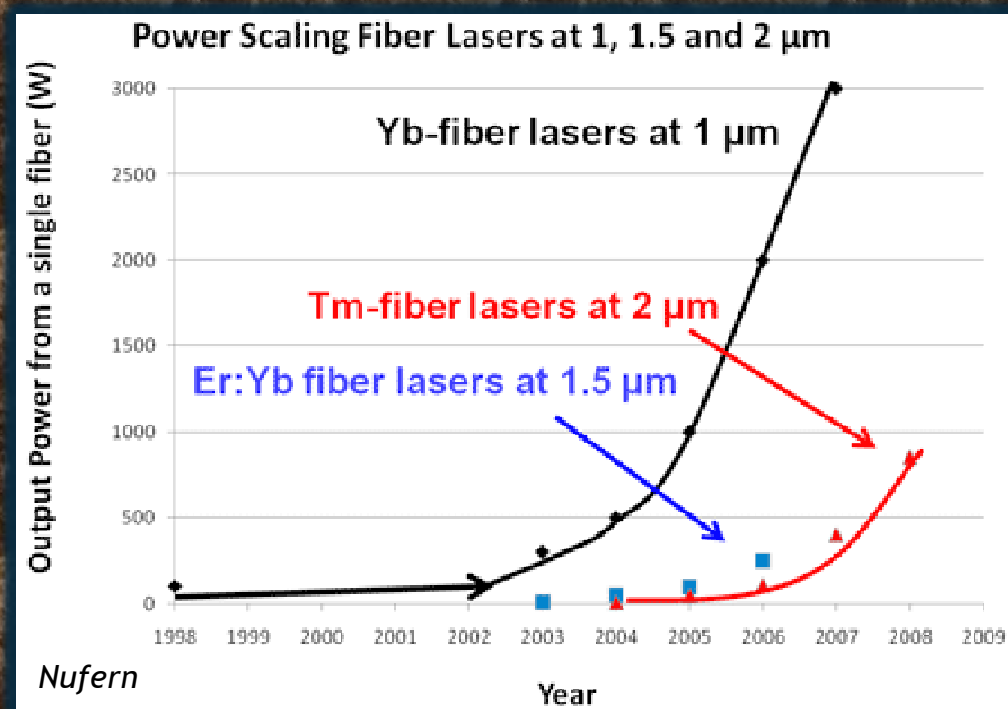
Preliminares: sensores de fibra óptica

- Principios de operación
 - Cambios en haz de luz
 - Amplitud, longitud de onda, polarización, etc.
 - Interferometría, espectroscopía, etc.
- Características
 - Tamaño reducido
 - Inmunes a EMI
 - Sensado remoto
 - Mediciones distribuidas
- Aplicaciones
 - Varios parámetros físicos
 - Estructuras
 - Petróleo, energía eléctrica
 - Biomédicas



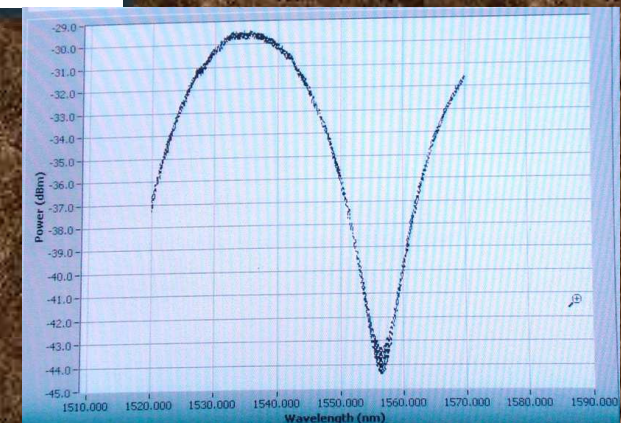
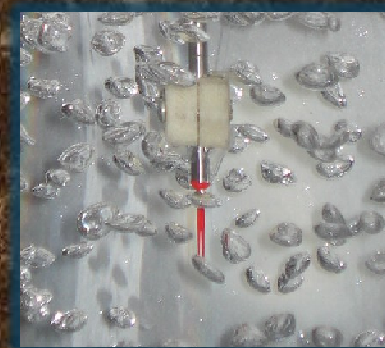
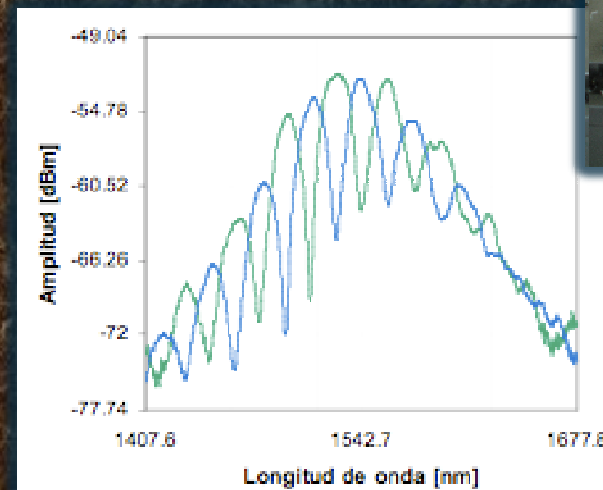
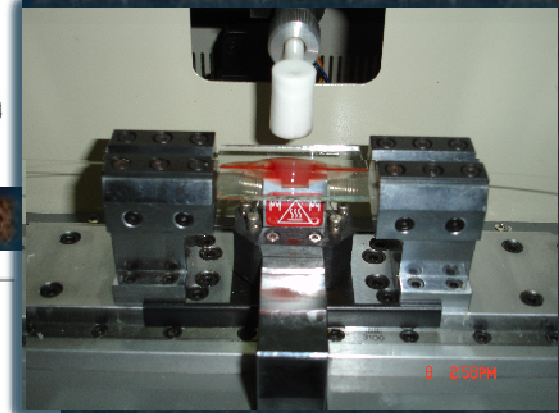
Preliminares: fibras ópticas láser

- Principios de operación
 - Amplificadores de fibra óptica
 - Núcleo con tierras raras (Er^{3+} , Yb^{3+} , Nd^{3+})
 - Resonadores de fibra óptica
 - Bombeo óptico
- Características
 - Eficiencias altas (60%)
 - Alta potencia
 - Compactos
- Aplicaciones
 - Procesamiento de materiales
 - Comunicaciones ópticas



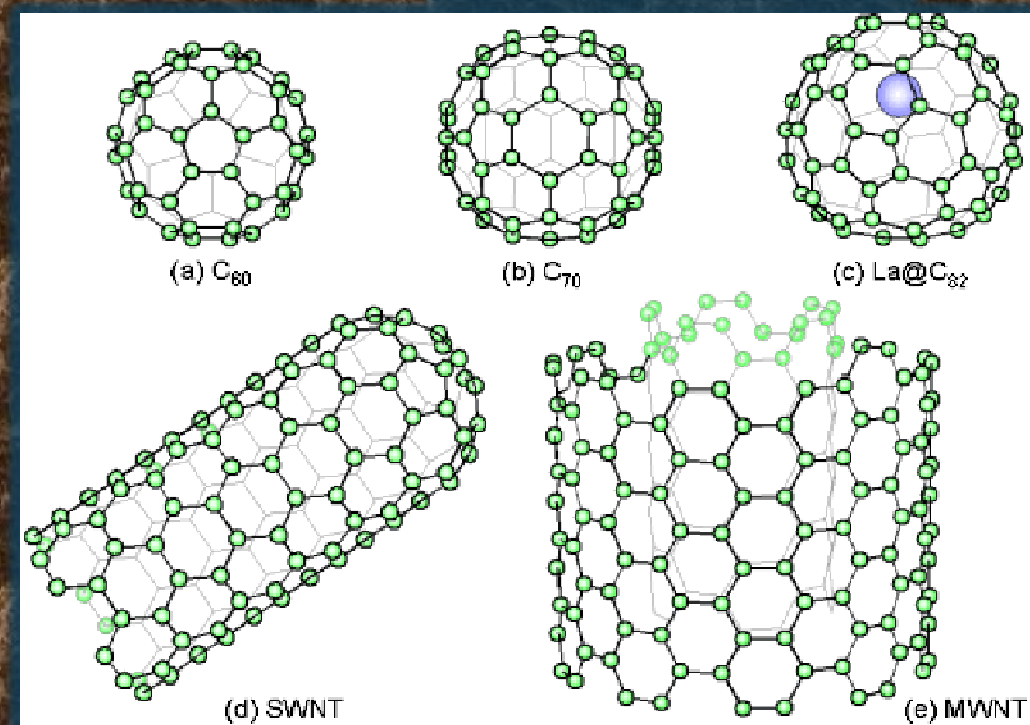
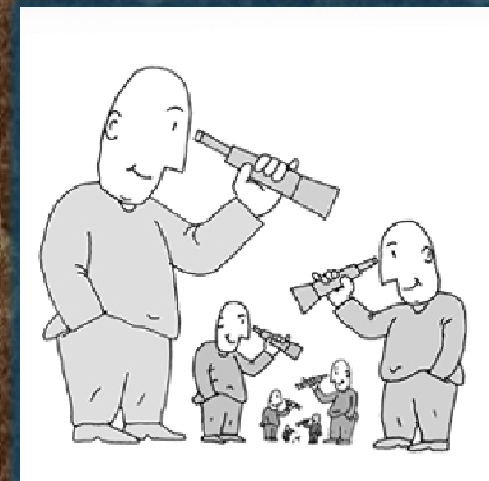
Algunos temas desarrollados (IIM)

- Sensores
 - ✓ Birrefringencia
 - ✓ Detección de gases
 - ✓ Deformación
- Fibras láser
 - ✓ Control de longitud de onda
 - ✓ Propiedades de polarización
 - ✓ Conmutación en polarización
 - ✓ Fuentes pulsadas
 - ✓ Amplificadores ópticos semiconductores
- Dispositivos de fibra óptica
 - ✓ Fibras adelgazadas
 - ✓ Acopladores
- Otros
 - ✓ Monitoreo de flujo bifásico (burbujas)
 - ✓ Caracterización de fluidos
 - ✓ Interacción luz láser con nanoestructuras
 - ✓ Láseres aleatorios



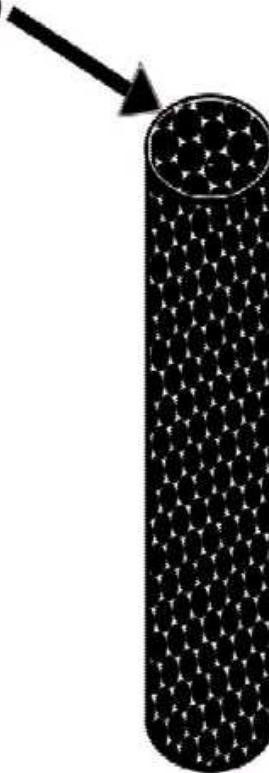
Interacción luz láser con micro y nanoestructuras

- Nanotecnología
 - Escalas atómicas, moleculares
- ¿Para qué?
 - Cambio en las propiedades de los materiales (conductividad, resistencia mecánica, etc.)
 - Aplicaciones: celdas solares, medicina
- Nanomateriales
 - Fullerenos
 - Geometría: esférica, cilíndrica
 - Nanotubos de carbón
 - Nanopartículas semiconductoras

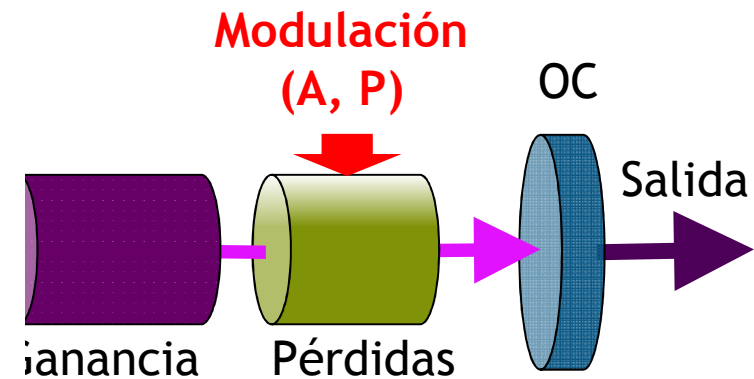


Nanoestructuras y láseres

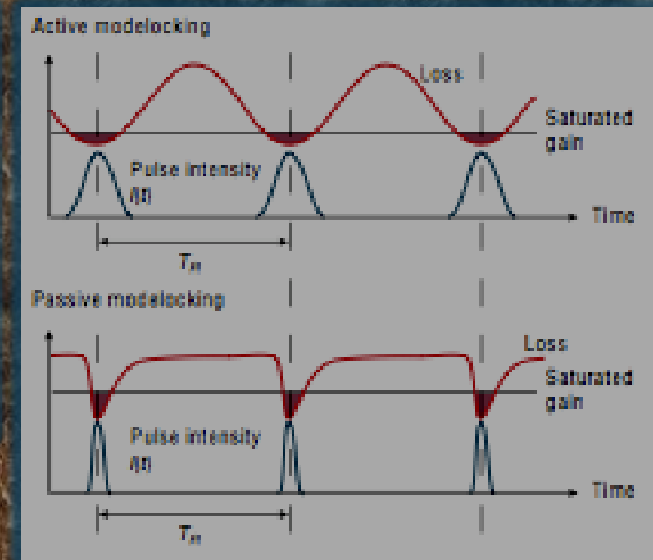
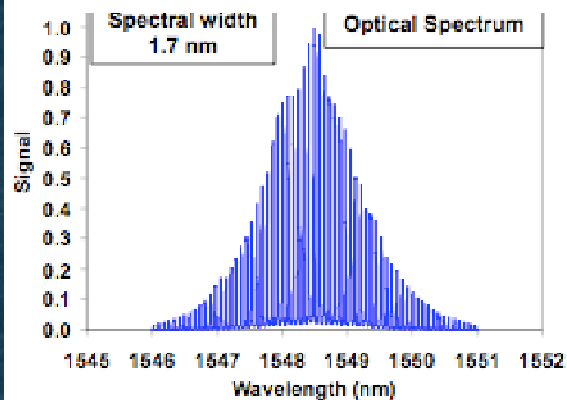
Nanotubo de carbono



Láser



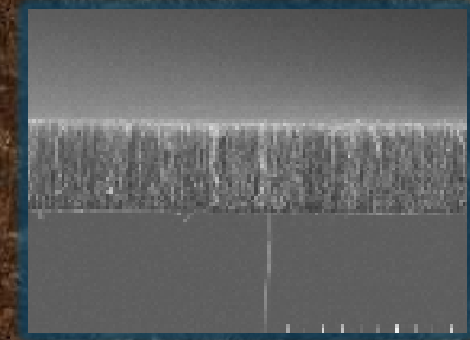
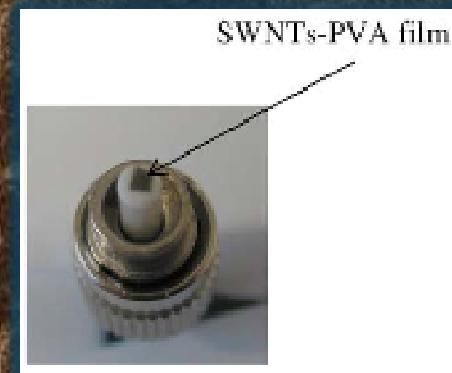
LÁSER



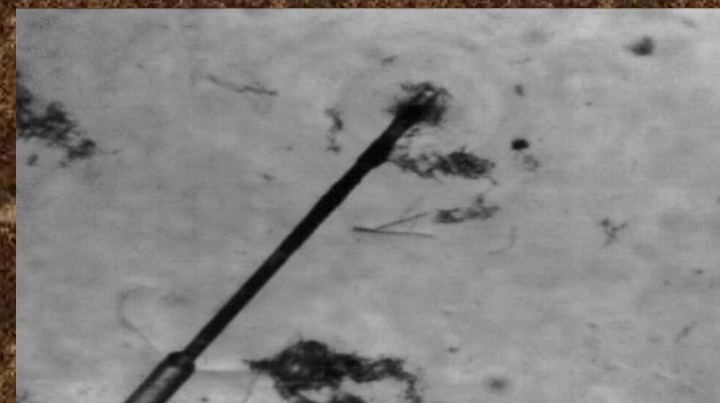
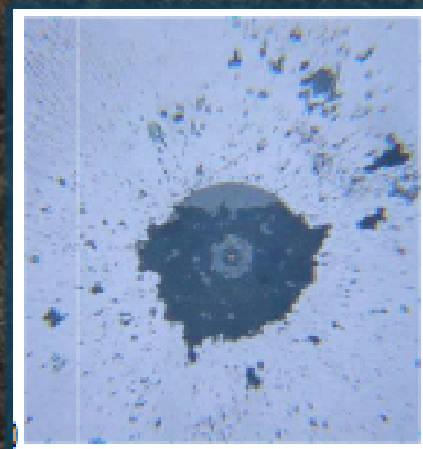
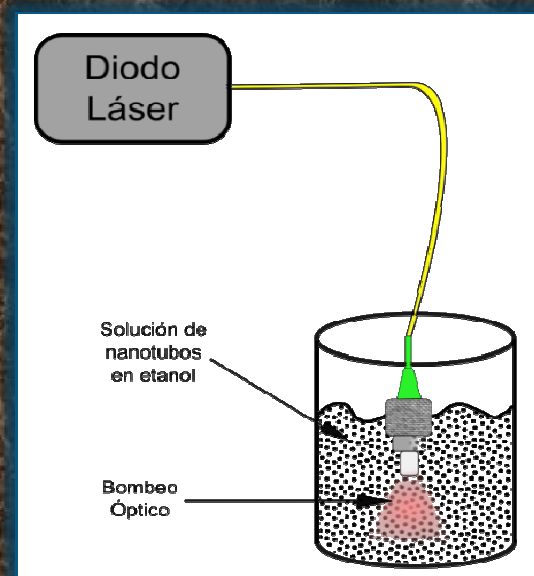
*U. Keller, Nature, Vol. 424, Agosto 2003

Depósito de nanoestructuras

- Síntesis en sustratos
- Polímeros (PVA)
- Fibras ópticas



- ✓ Rozhin *et al*, Phys. Stat. Sol. (b), No. 13, 2006
- ✓ Inoue *et al*, OFC Tech. Digest, Vol. 5, 2005
- ✓ Nicholson *et al*, Opt. Express, Vol. 15, No. 15, 2007



Bombeo de nanoestructuras con luz láser

- ¿Porqué se mueven?
 - Gradientes de fuerzas
 - Efecto de “trampa óptica”

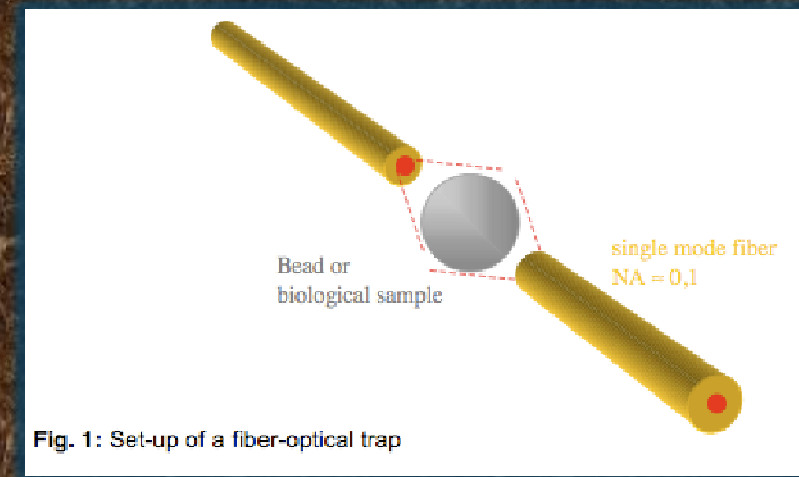
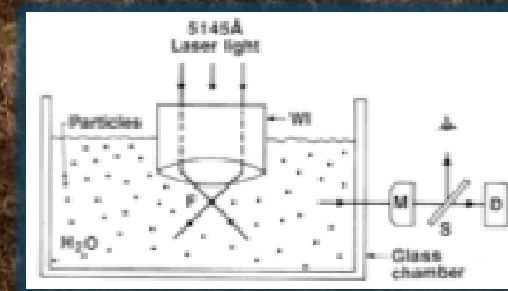
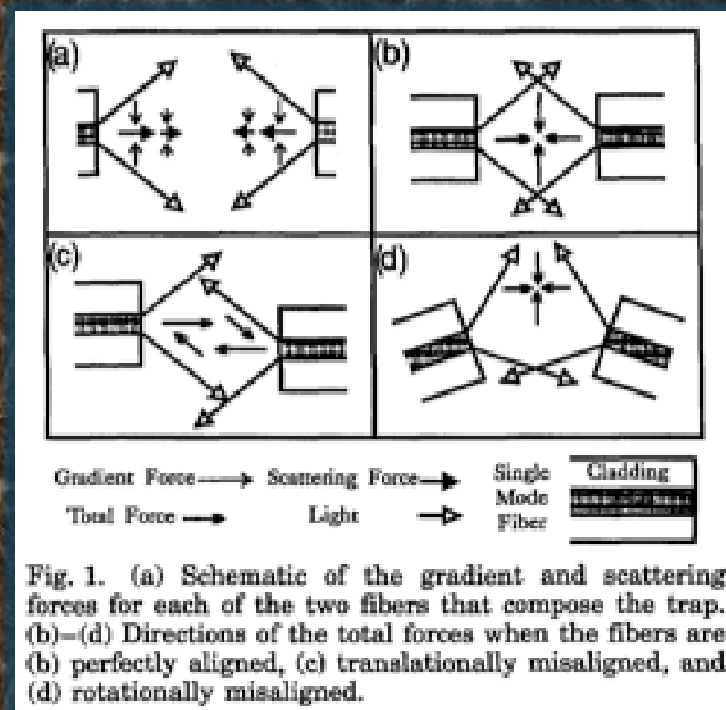


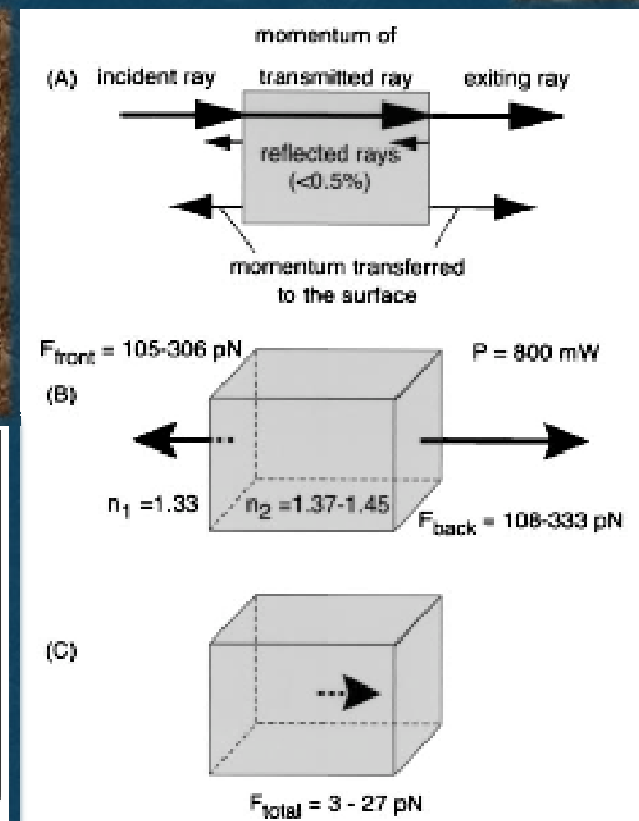
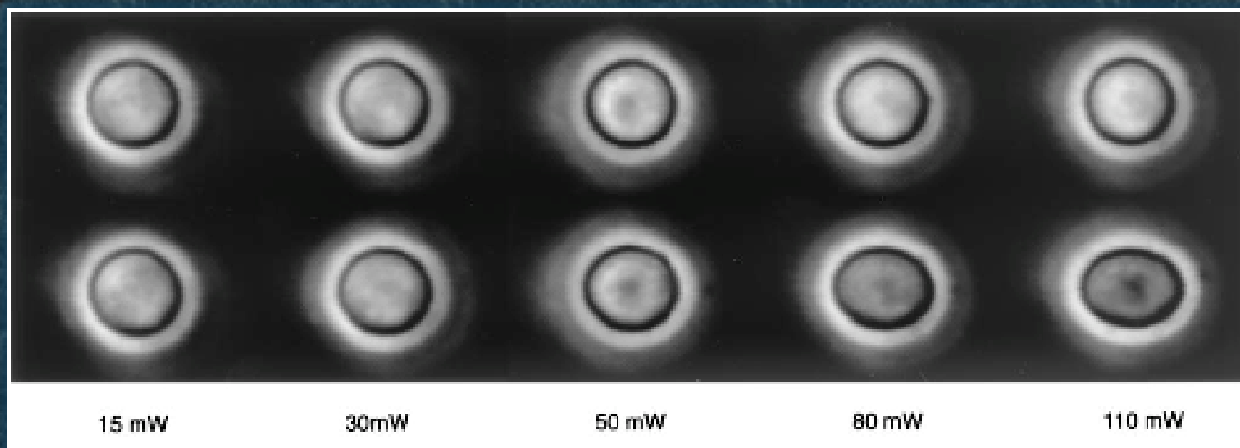
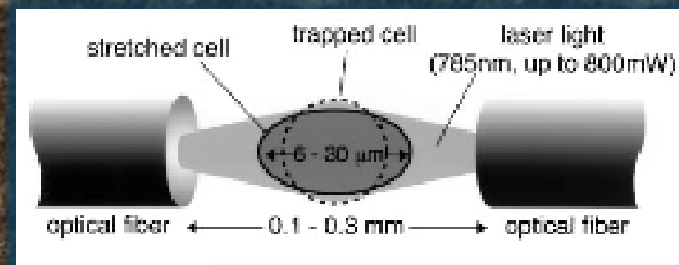
Fig. 1: Set-up of a fiber-optical trap



- ✓ Ashkin *et al*, Science, Vol. 235, 1987
- ✓ Constable *et al*, Optics Lett., Vol. 18, No.21, 1993

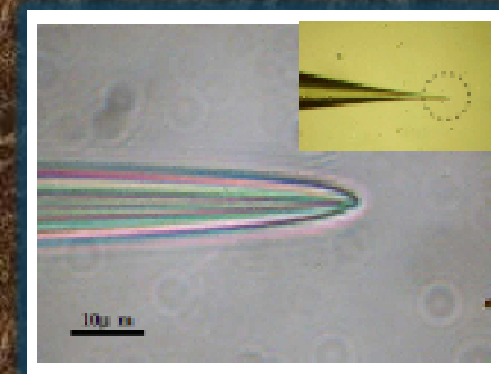
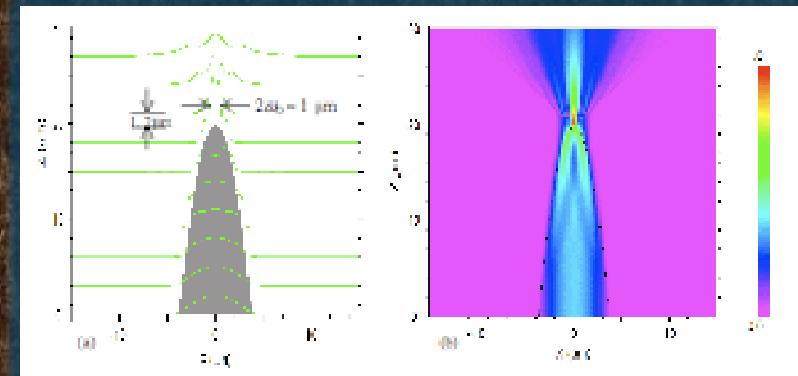
“Elongador” óptico

- Transferencia de momentum
- Balance de fuerzas
- Dependende de:
 - Longitud de onda
 - Tamaño de las estructuras
 - Índices de refracción
- Elongación de células (eritrocitos)



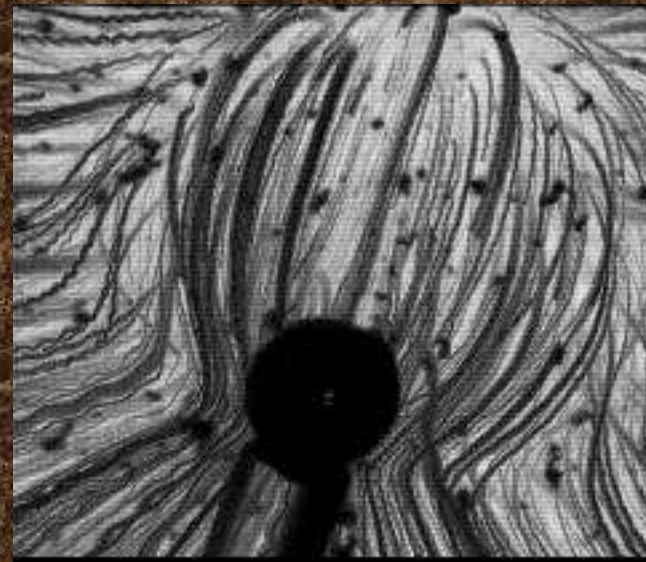
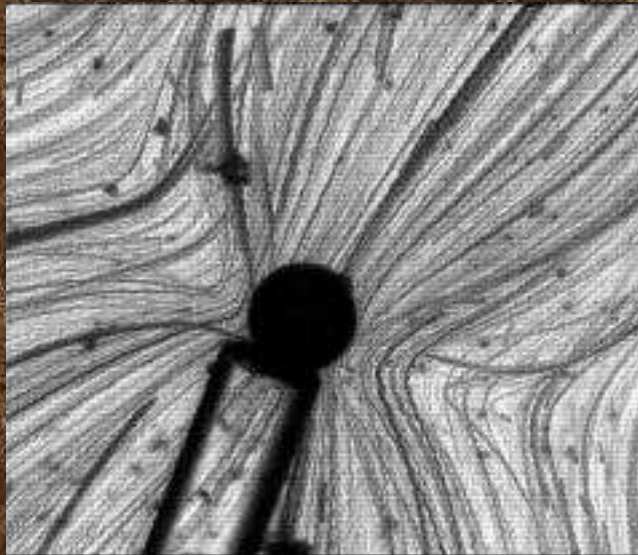
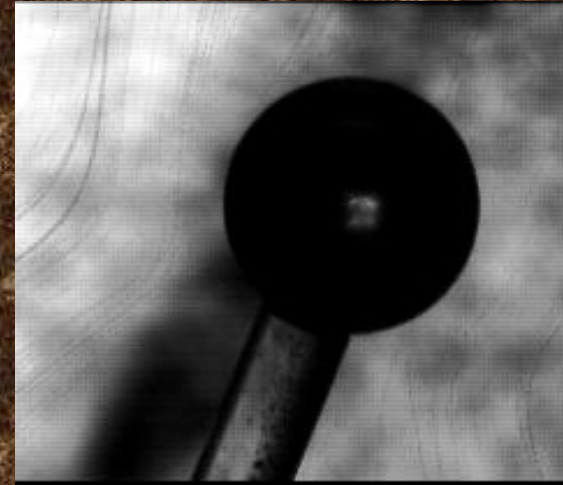
“Elongador”: algunas variantes

- Fibras adelgazadas
 - Ajuste en el patrón de radiación
 - Cambios en los gradientes de fuerza



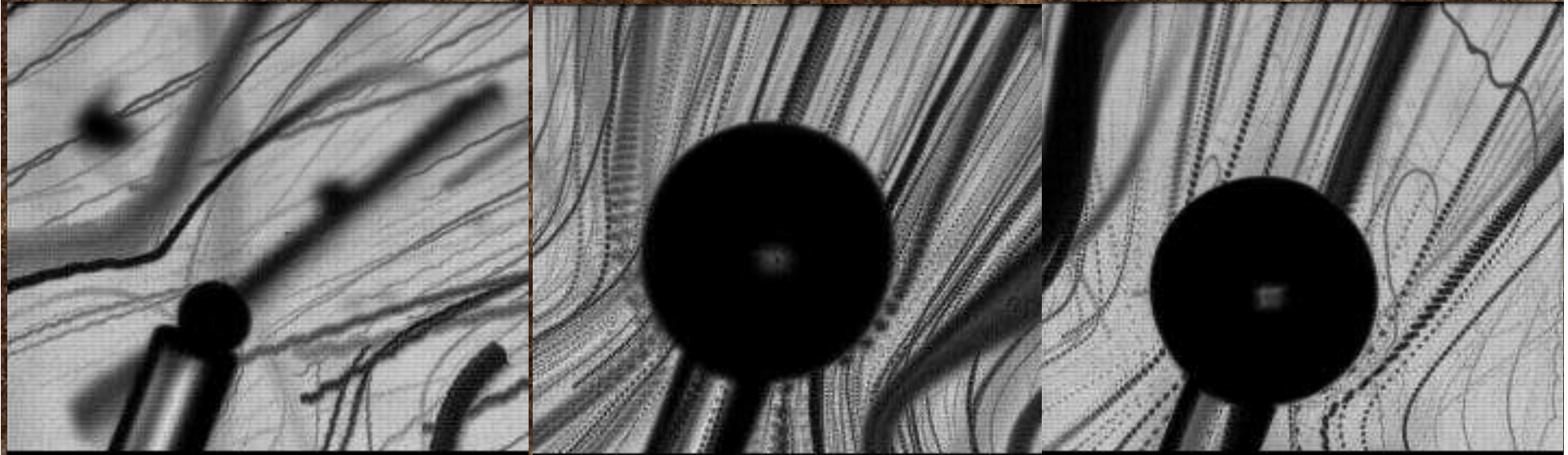
Otros efectos

- Generación de burbujas
- Cambio en los patrones de flujo
- Material: nanopartículas



Burbujas

- Material: nanotubos



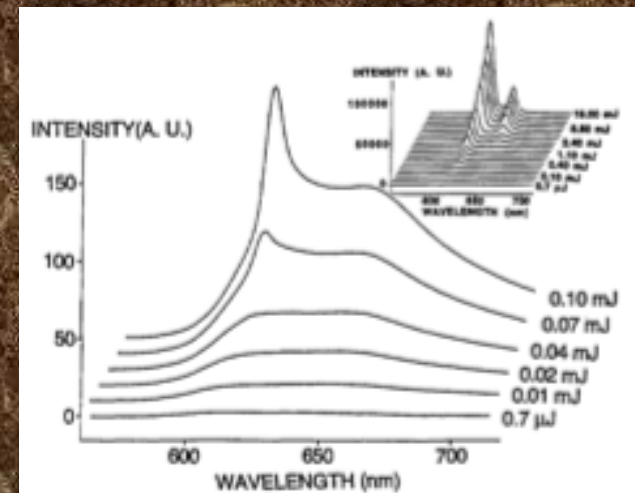
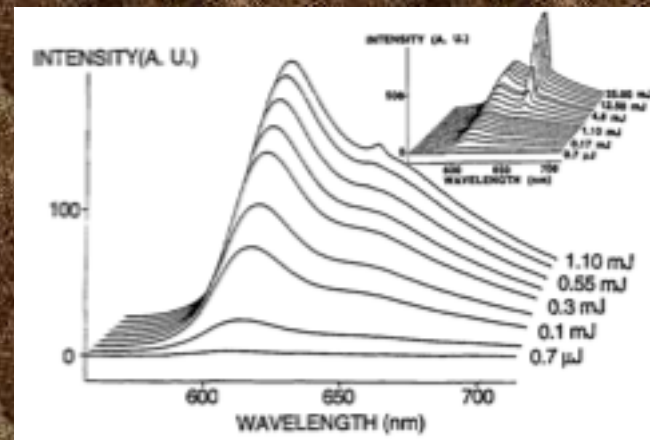
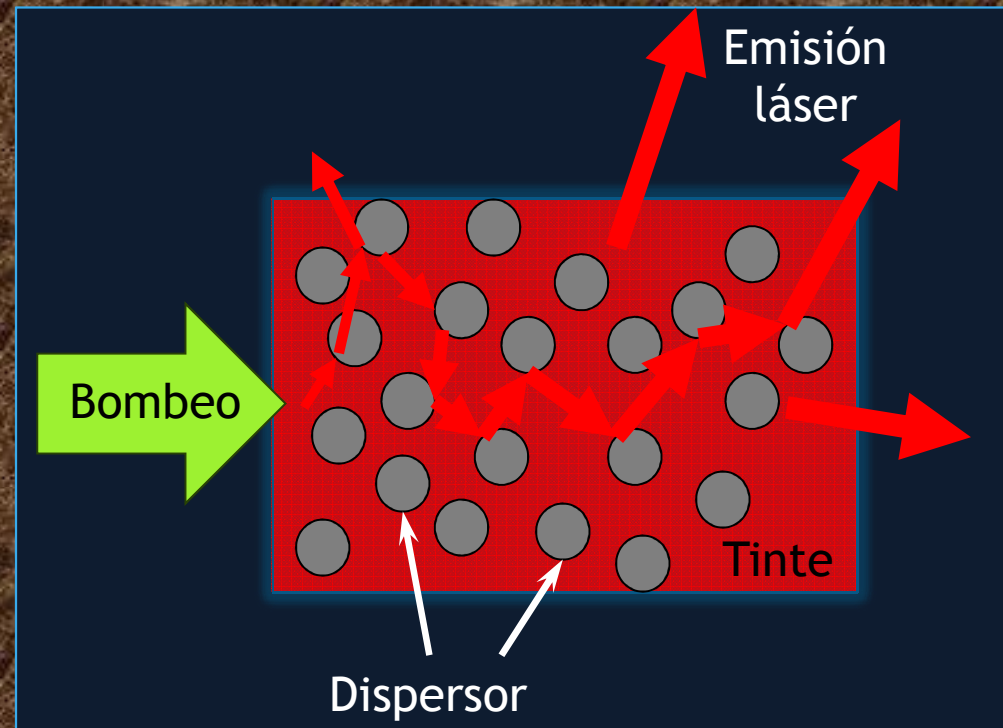
Burbujas

- Material: poliamida
- No hay burbuja (no hay carbón)



Láseres aleatorios

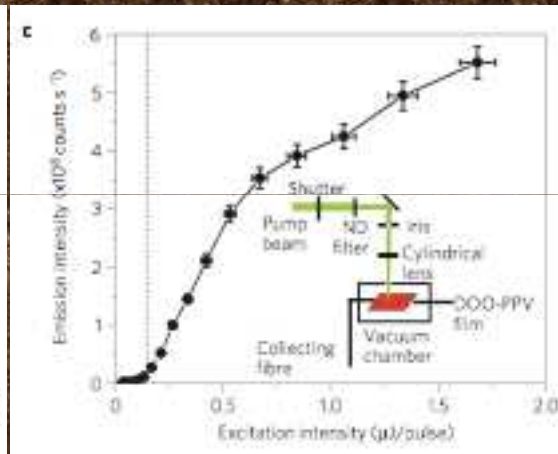
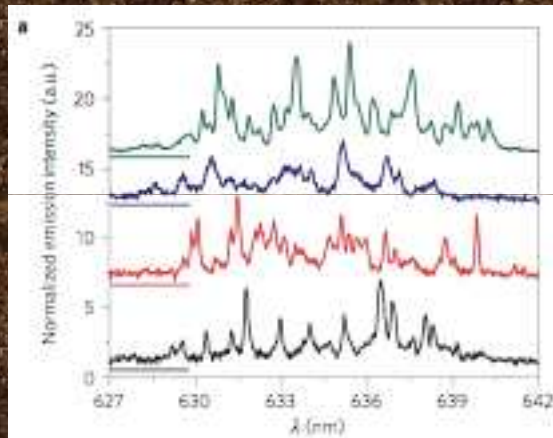
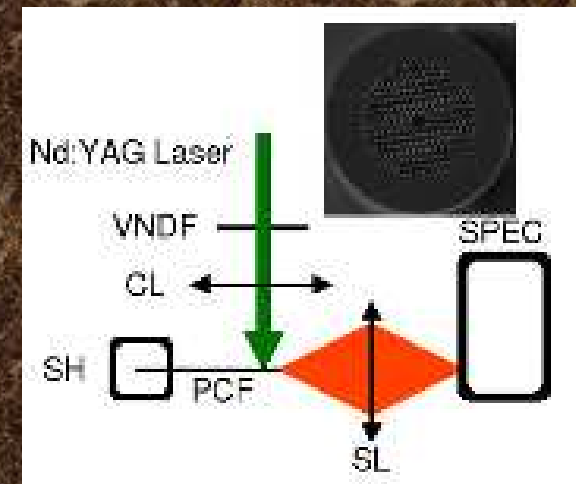
- Matriz con ganancia (tinte)
- Dispersores (partículas)
- Trayectorias aleatorias
- Amplificación
- Emisión característica
 - Tamaño de partículas
 - Concentración de las partículas



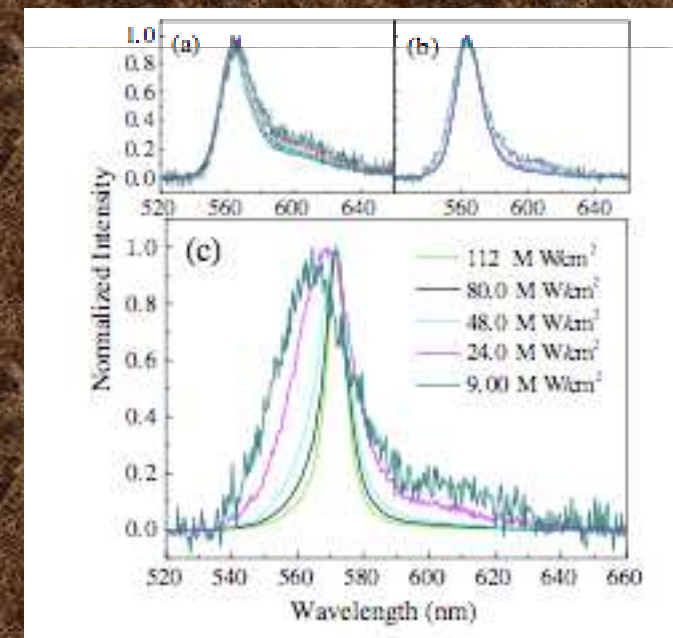
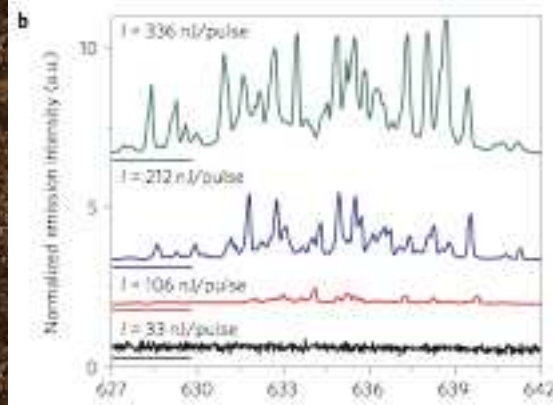
✓ Sha *et al*, Optics Lett.,
Vol. 19, No. 23, 1994

Láseres aleatorios: materiales

- Polvos semiconductores
- Tintes y partículas
- Cúmulos de nanopartículas
- Estructuras porosas con tintes

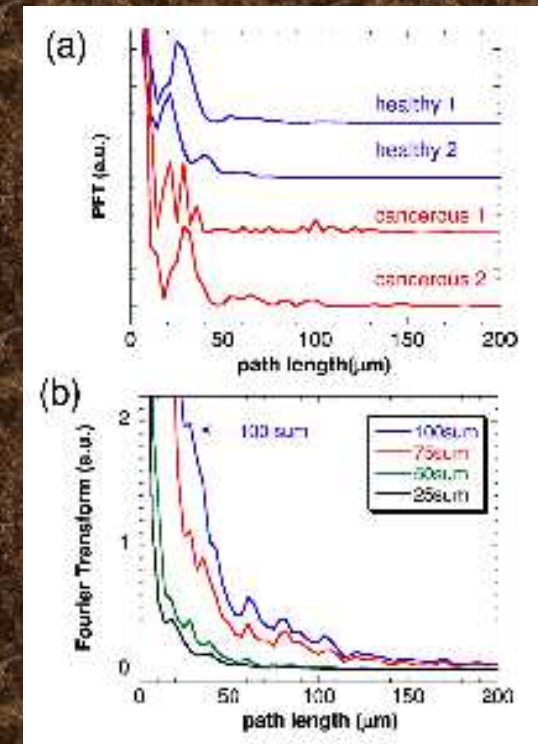
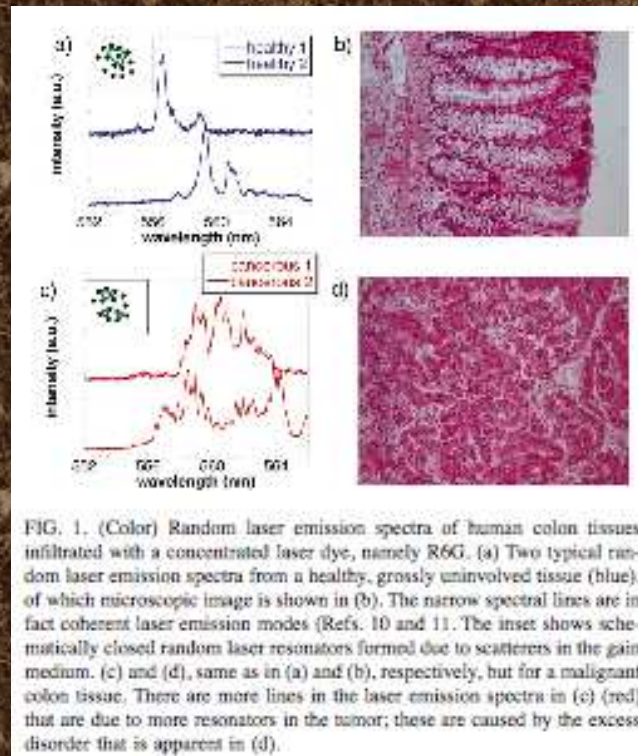


✓ Tulek *et al*, Nature Phys., 1509, 2010



✓ De Matos *et al*, Phys. Rev. Lett., Vol. 99, 2007

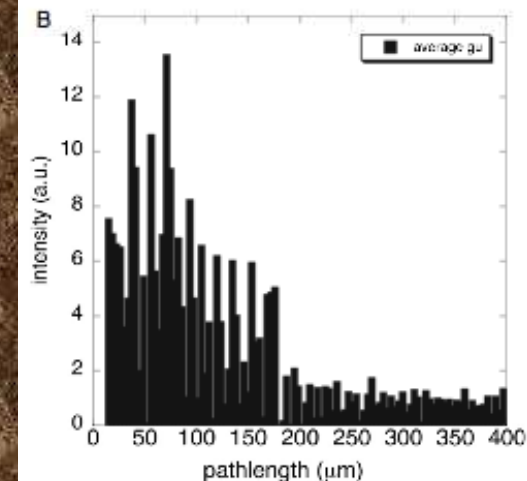
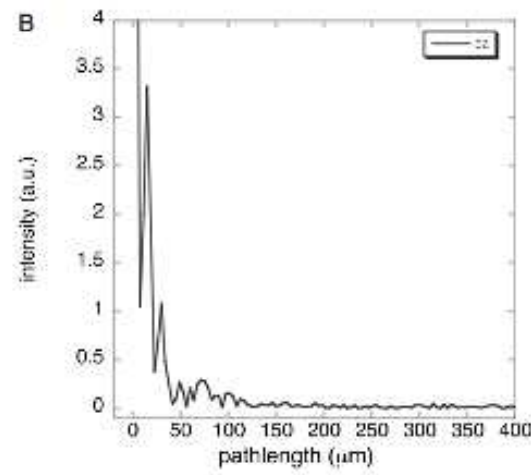
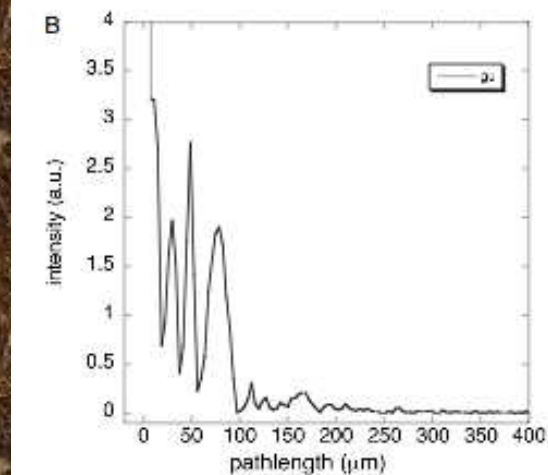
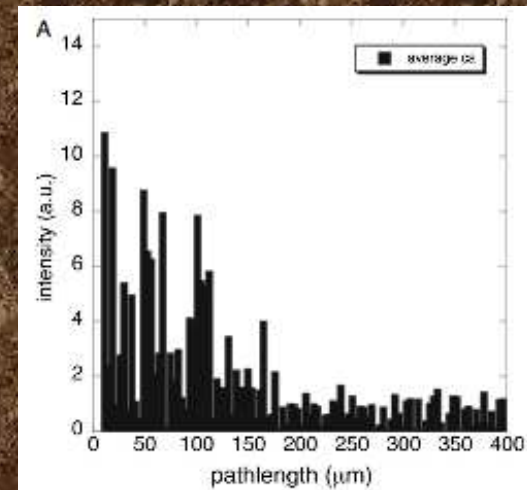
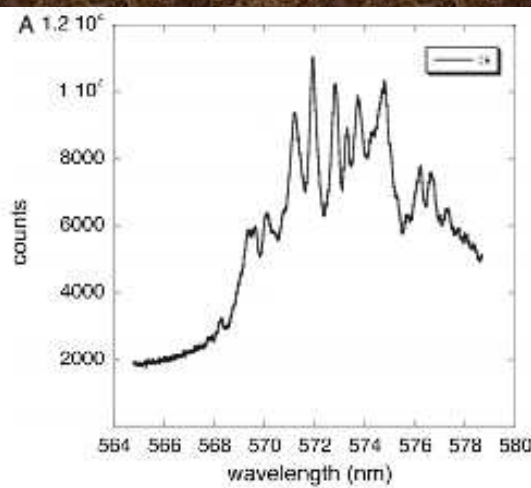
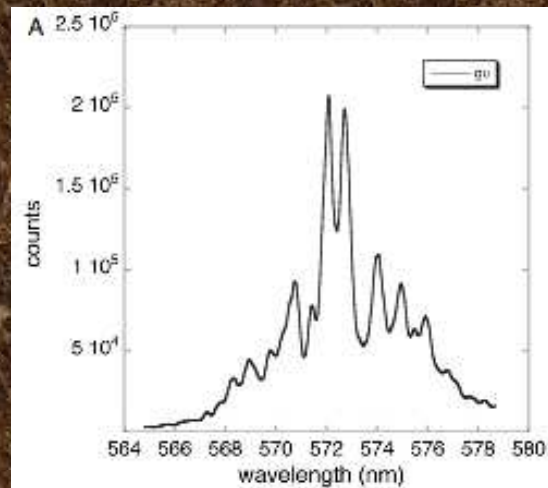
Láseres aleatorios con tejido



- Tejido: dispersor
- “Marinar” tejido con tinte
- Análisis espectral: cambio estructural en el tejido

✓ Polson *et al*, Appl. Phys. Lett., Vol. 85, No. 7, 2004

Láseres aleatorios con tejido (cont.)



- Identificación de tejido cancerígeno con análisis espectral

✓ Polson *et al*, J. Opt., Vol. 12, 2010