

Oswaldo Rodríguez Quiroz, David Monzón Hernández

Centro de Investigaciones en Óptica A. C., Loma del Bosque 115, Colonia Lomas del Campestre, León Guanajuato, C.P. 37150 México.  
osvaldorq@cio.mx, dmonzon@cio.mx

## RESUMEN

En este trabajo se presenta un método simple para obtener la ecuación general de reflectancia, para un Interferómetro de fibra óptica Fabry-Perot (FPI) de múltiples superficies ( $R_{FPNS}$ ). Aplicando la transformada inversa de Fourier (IFT), a la ecuación de reflectancia, se obtiene la longitud de camino óptico de las cavidades y posteriormente el índice de refracción de cada medio.

## INTRODUCCION

Las mediciones del índice de refracción (RI) se han considerado como uno de los temas clave para investigar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales. Entre los diversos métodos para la medición del RI, un interferómetro de fibra óptica es un excelente candidato debido a su alta sensibilidad, simple fabricación, tamaño compacto y fácil manejo. En general, en un interferómetro se mide la diferencia de longitud de camino óptico (OPD) entre dos o más haces de propagación.

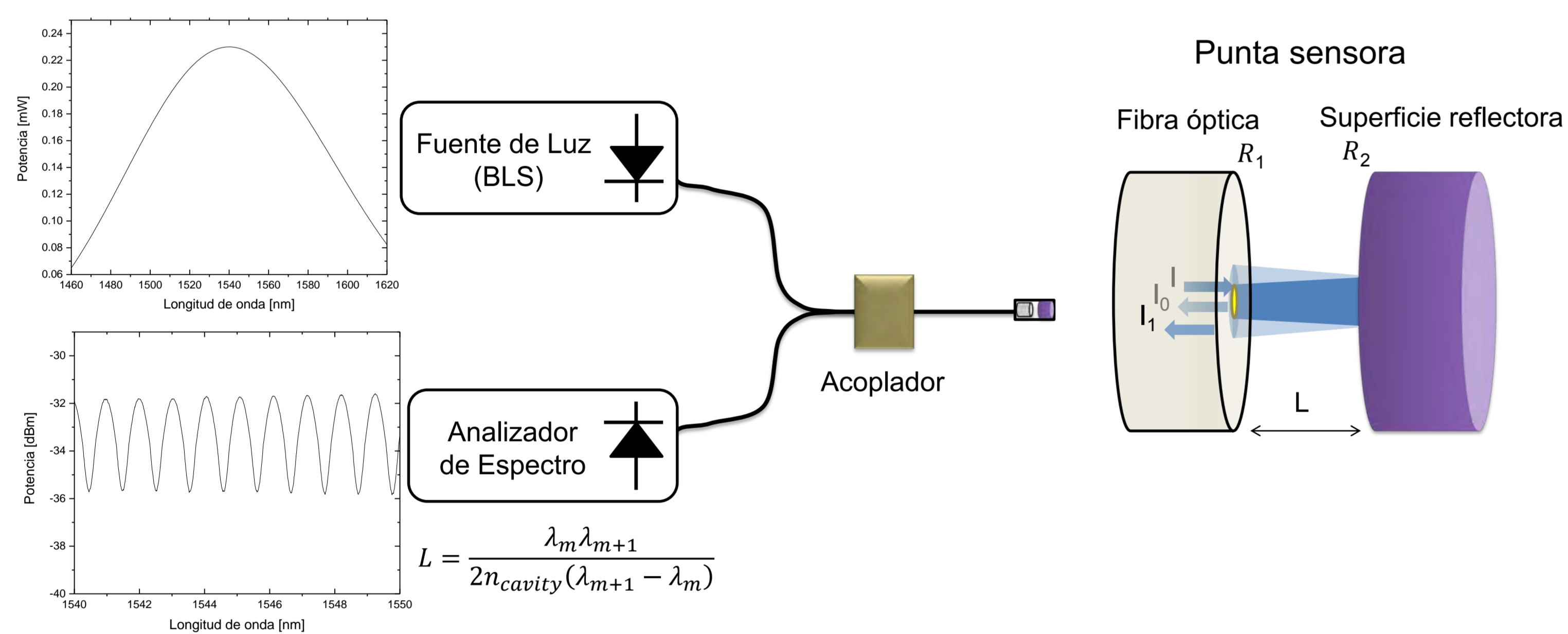


Figura 1. Arreglo experimental de un interferómetro Fabry-Perot de una cavidad.

Para simplificar el análisis de  $N$  superficies o  $N - 1$  cavidades (figura 2a) se propuso el diagrama equivalente mostrado en la figura 2b. El campo eléctrico total reflejado ( $E_{R(NS)}$ ) es igual a la suma de los campos reflejados por cada superficie. Así que para el análisis de dos superficies, serían los dos primeros términos de la ecuación (5) y así sucesivamente.

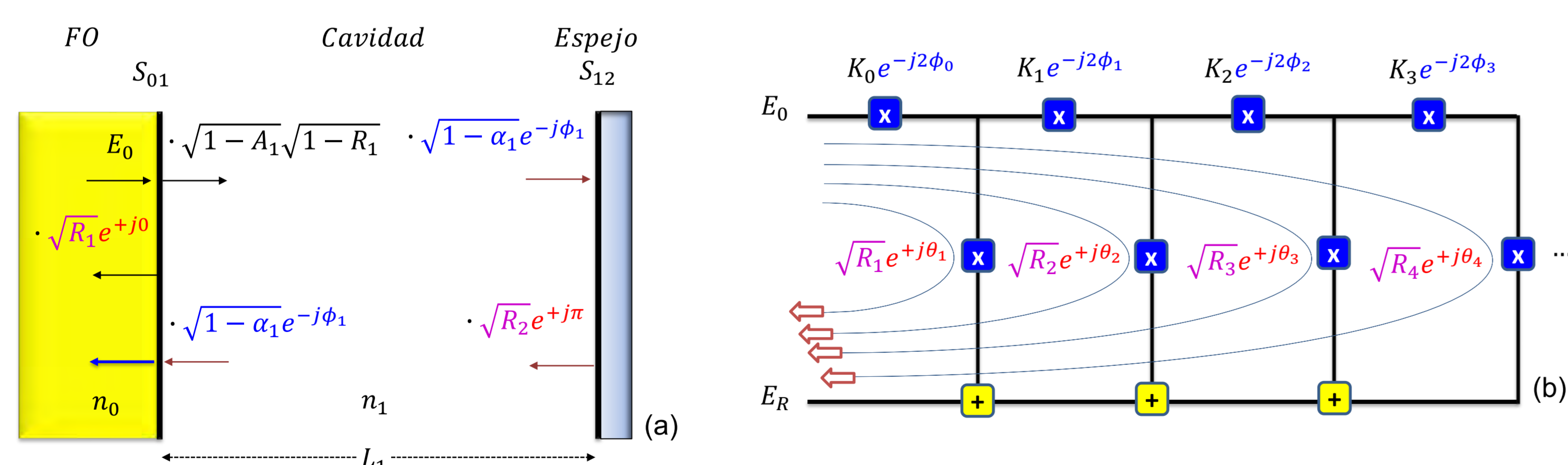


Figura 2. Modelo general para el análisis de reflexión de (a) una cavidad o dos superficies y (b) N superficies.

$$R_i = \frac{(n_i - n_{i+1})^2}{(n_i + n_{i+1})^2} \quad (1)$$

$$\theta_i = \begin{cases} \pi, & n_i < n_{i+1}, \\ 0, & n_i \geq n_{i+1}, \end{cases} \quad (2)$$

$$K_i = (1 - A_i)(1 - R_i) \cdot (1 - \alpha_i) \quad (3)$$

$$\phi_i = \frac{2\pi}{\lambda} [n_i L_i] \quad (4)$$

$$E_{R(NS)} = E_0 \cdot K_0 \sqrt{R_1} e^{-j(2\phi_0 - \theta_1)} + E_0 \cdot K_0 K_1 \sqrt{R_2} e^{-j(2\phi_0 + 2\phi_1 - \theta_2)} + E_0 \cdot K_0 K_1 K_2 \sqrt{R_3} e^{-j(2\phi_0 + 2\phi_1 + 2\phi_2 - \theta_3)} + E_0 \cdot K_0 K_1 K_2 \sqrt{R_3} e^{-j(2\phi_0 + 2\phi_1 + 2\phi_2 - \theta_3)} + \dots \quad (5)$$

## METODOLOGIA

El análisis del espectro de la reflectancia en un interferómetro de tres cavidades (aire – vidrio – muestra), se simplifica si utilizamos la transformada inversa de Fourier.

### Interferómetro Fabry-Perot de 3 cavidades

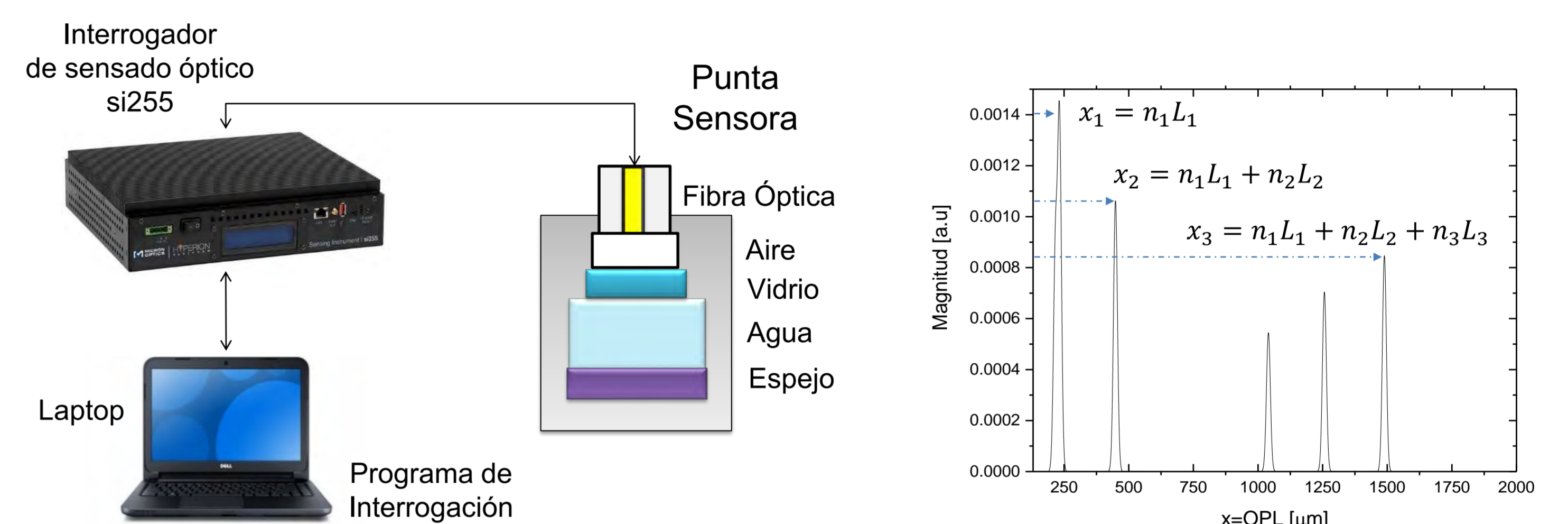


Figura 3. Arreglo experimental.

Figura 4. Longitud de Camino Óptico.

## RESULTADOS

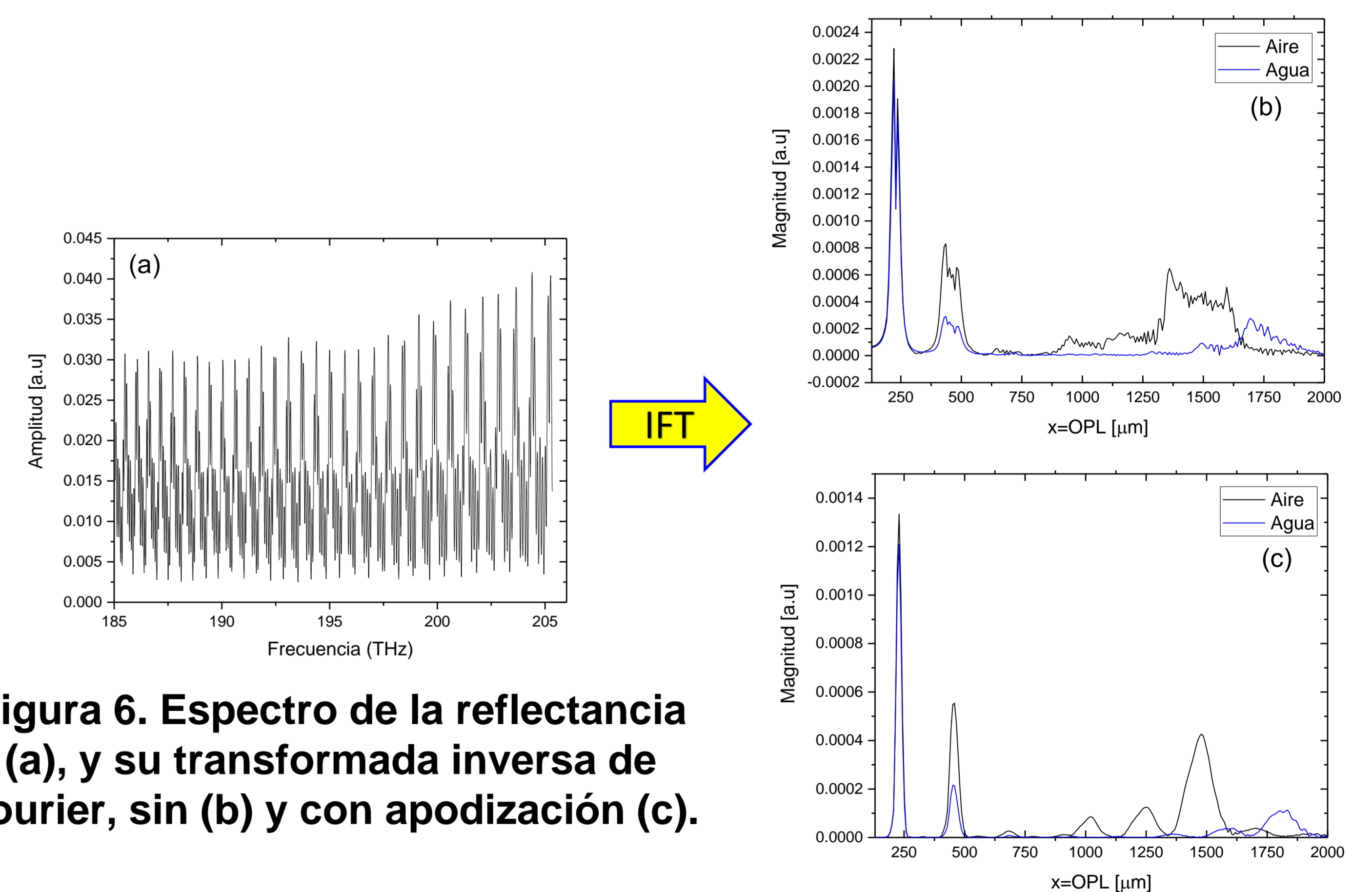


Figura 6. Espectro de la reflectancia (a), y su transformada inversa de Fourier, sin (b) y con apodización (c).

## CONCLUSIONES

- El análisis de la reflectancia mediante la Transformada Inversa de Fourier es el método más recomendable por su simplicidad.
- Para determinar el RI de forma más precisa, la posición de los picos (IFT) debe resolverse con una adquisición de datos finamente espaciada.
- Las ventajas de éste interferómetro son:

- Mediciones sin contacto
- Automatizado
- Pequeño
- En tiempo real
- En campo
- Múltiples parámetros

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Carlos Moreno-Hernández, David Monzón-Hernández, Iván Hernández-Romano, and Joel Villatoro, "Single tapered fiber tip for simultaneous measurements of thickness, refractive index and distance to a sample", Opt. Express, 2015.
- [2] Young Ho Kim, Kwan Seob Park, Byeong Ha Lee, Seok Lee, Deok Ha Woo, Young-Tak Chough, "Highly Accurate Refractive Index Sensor Based on Fourier-Transformed Phase Acquisition in Fiber-Optic Interferometer", IEEE, 2013.
- [3] Mingshun Jiang, Qiu-Shun Li, Jun-Nan Wang, Zhongwei Jin, Qingmei Sui, Yaohong Ma, Jianguo Shi, Faye Zhang, Lei Jia, Wei-Guo Yao, and Wen-Fei Dong, "TiO2 nanoparticle thin film-coated optical fiber Fabry-Perot sensor", Opt. Express, 2013.