

# Advanced optical spectroscopy applied to nanomaterials science & engineering

## Espectroscopía óptica avanzada aplicada a la ciencia e ingeniería de materiales y nano-materiales

I A S Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Horiba Instruments, São Paulo, Brazil

E-mail: igor.carvalho@horiba.com

**Abstract.** Horiba Company has a long tradition in innovation and scientific background on optical spectroscopy applied to materials, nanomaterials science and engineering. In latest years, a new concept of instrumentation has been developed and released by the company. Automation, fully achromatic from sample to detector, broad detection range (UV-VIS-NIR), Innovative Frequency Domains, Transmission Raman/Fluorescence and very unique configurations for AFM/RAMAN coupling and FLIM (Fluorescence Imaging) has been released as a result of research and improvement from customers support engineering team.

Some examples of applications are measurements of lattice modes of superconductors in nanoscale, longitudinal acoustic modes of nanopolymers (LAM), boson peaks of glassy structures, biomaterials vibrational modes and information of pharmacy compounds polymorphism. For AFM-RAMAN coupling, all traditional AFM modes are available, as well as co-localized Raman-AFM, SNOM, and TERS, in very user-friendly automated configurations. Concerning the AFM-RAMAN coupling, HORIBA has developed a unique and integrated solution. Compact, fully automated and easy-to-use, the “XploRA Nano” and “HR Evo Nano” products concentrate the power of AFM-Raman into an affordable yet full-featured package, making TERS imaging with a resolution down to 10nm a reality for all. Especially efficient for probing 2D materials, we report results of TERS characterization of graphene oxide and 2D TMDCs like MoS<sub>2</sub> and WS<sub>2</sub>.

For Biomaterials and nanomedicine, applications examples can be the measurement of intracellular pH, Ca<sup>2+</sup> ratio, oxygen saturation, in vivo monitoring intrinsic proteins, such as NADH, FLIM with FRET (Föster Resonance Energy Transfer) – protein interactions with high spatial and temporal resolution. For lasers, plasmonic and Photonics, HORIBA has a unique range of spectroscopy solutions combining top edge components (monochromators, detector, light sources) designed to any application field. Together new material characterization - quantum dots and potential process control tool for PV production, Ellipsometry is also a top edge technology from HORIBA with innovative systems specially designed for nanostructures coatings measurements able to reach Å, adding to HORIBA portfolio capabilities to measure bandgaps, resistivity, growth rate, corrosion, donors concentration, depolarization rate, homogeneity, anisotropy, properties x temperature, stress, strain, electric-optical and magnetic-optical coefficients.

**Resumen.** La compañía Horiba tiene una larga tradición en innovación y formación científica en espectroscopía óptica aplicada a la ciencia e ingeniería de materiales y nanomateriales. En los últimos años, un nuevo concepto de instrumentación ha sido desarrollado y lanzado por la empresa. La automatización, totalmente acromática desde la muestra hasta el detector, un amplio rango de detección (UV-VIS-NIR), dominios de frecuencia innovadores, Raman/Fluorescencia de transmisión y configuraciones muy únicas para acoplamiento AFM/RAMAN y FLIM (Fluorescence Imaging) ha sido liberados como un resultado de la investigación y del mejoramiento obtenido desde el equipo de Ingeniería de Soporte al cliente.

Algunos ejemplos de aplicaciones son mediciones de los modos enrejados de superconductores en nanoescala, modos acústicos longitudinales de nanopolímeros (LAM), bosones de estructuras vítreas, modos de vibración de biomateriales e información de polimorfismos en compuestos de farmacia. Para acoplamiento AFM-RAMAN, están disponibles todos los modos AFM tradicionales, así como también el Raman-AFM co-localizado, SNOM y TERS, en configuraciones automatizadas muy fáciles de usar. En cuanto al acoplamiento AFM-RAMAN, HORIBA ha desarrollado una solución única e integrada. Compacto, totalmente automatizado y fácil de usar, los productos “XploRA Nano” y “HR Evo Nano” concentran la potencia de AFM-Raman en un paquete asequible pero con todas las funciones, haciendo imágenes TERS con una resolución de hasta 10nm. Especialmente eficientes para sondear materiales 2D, reportamos resultados de la caracterización TERS de óxido de grafeno y TMDCs 2D como MoS2 y WS2.

Para Biomateriales y nano-medicina los ejemplos de aplicaciones pueden ser la medición del pH intracelular, la relación de Ca<sup>2+</sup>, la saturación de oxígeno, la monitorización in vivo de proteínas intrínsecas, como son NADH, FLIM con FRET (Föster Resonance Energy Transfer) - interacciones de proteínas con alta resolución espacial y temporal. Para láseres, plasmónica y fotónica, HORIBA dispone de una gama única de soluciones espectroscópicas que combinan componentes de línea superior como (monocromadores, detectores, fuentes de luz, etc) diseñados para cualquier campo de aplicación. Junto con la caracterización de nuevos materiales - puntos cuánticos y herramientas potenciales de control de procesos para la producción fotovoltaica, la Elipsometría es también una tecnología de punta de HORIBA con sistemas innovadores especialmente diseñados para mediciones de recubrimientos de nanoestructuras capaces de alcanzar Å, añadiendo a al portafolio de HORIBA capacidad de medir bandgaps, resistividad, tasa de crecimiento, corrosión, concentración de donners, tasa de despolarización, homogeneidad, anisotropía, propiedades a X temperatura, tensión, deformación, coeficientes electro-ópticos y magnético-ópticos.