



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO

FORMATO GUÍA PARA REGISTRO DE ASIGNATURAS

Hoja 1 de 3

I. DATOS DEL PROGRAMA Y LA ASIGNATURA

1.1 NOMBRE DEL PROGRAMA: Programa de Doctorado en Red en Nanociencias y Micro-Nanotecnología

1.2 COORDINADOR DEL PROGRAMA: _____

1.3 NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Técnicas avanzadas de microscopía fotónica y de fuerza atómica

1.4 CLAVE: _____ (Para ser llenado por la SIP)

1.5 TIPO DE ASIGNATURA:

	OBLIGATORIA	<input checked="" type="checkbox"/>	OPTATIVA	<input type="checkbox"/>
	SEMINARIO	<input type="checkbox"/>	ESTANCIA	<input type="checkbox"/>

1.6 NÚMERO DE HORAS:

	TEORÍA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PRACTICA	<input type="checkbox"/>	T-P	<input type="checkbox"/>
--	--------	--------------------------	-------------------------------------	----------	--------------------------	-----	--------------------------

1.7 UNIDADES DE CRÉDITO:

1.8 FECHA DE LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:

	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	d	m	a

1.9 SESIÓN DEL COLEGIO DE PROFESORES EN QUE SE ACORDÓ LA IMPLANTACIÓN DE LA ASIGNATURA:

	SESIÓN No.	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				d	m	a

1.10 FECHA DE REGISTRO EN SIP: (Para ser llenado por la SIP)

	d	M	a
--	---	---	---

II. DATOS DEL PERSONAL ACADÉMICO

2.1 COORD. ASIGNATURA: Dra. Georgina Calderón Dominguez CLAVE: _____

2.2 PROF. PARTICIPANTE: Dr. Héctor Calderón Benavides CLAVE: _____

Dr. Hugo Martínez Gutiérrez CLAVE: _____

Dr. José Jorge Chanona Pérez CLAVE: _____

III. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

III.1 OBJETIVO GENERAL:

El estudiante conocerá las técnicas avanzadas de microscopía fotónica y de fuerza atómica aplicadas a la nanociencias, micro y nanotecnologías, así como los avances más recientes de estas técnicas, limitaciones y su potencial de desarrollo y aplicación.

III.2 DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

TEMAS Y SUBTEMAS	TIEMPO
1. Microscopia fotónica convencional	10
1.1. Espectro electromagnético y fotones. Óptica y física de la luz y color. Teoría y ecuaciones fundamentales utilizadas en la microscopia fotónica. Fenómenos de refracción, difracción, reflexión, óptica, tipos de lentes, resolución óptica y espacial, criterio de Raleigh, apertura numérica, magnificación efectiva, tipos de aberración (esférica y cromática) y métodos de corrección.	
1.2. Estéreo microscopios y microscopios ópticos. Estructura mecánica, óptica, sistemas de captura y procesamiento de imágenes. Microscopios invertidos y metalográficos. Tipos de lentes, óptica, geometría y calidad de los lentes. Objetivos convencionales y de uso específico, oculares, condensadores, diafragmas. Fuentes de iluminación, luz transmitida, reflejada, epiiluminación, anaxial, Köhler, otras fuentes de luz. Sistemas de micromanipulación y microdisección, platinas motorizadas, manipulación automática.	
1.3. Funcionamiento de otros modos de operación especializados: Campo claro, campo oscuro, contraste de fases. Técnicas de mejoramiento de contraste, especímenes de amplitud, especímenes de fase, modificaciones al microscopio de campo claro: campo oscuro, iluminación de Rheinber, contraste de fases, modulación de Hoffman, Interferencia diferencial de contraste (DIC). Microscopía de luz polarizada (Polarización, anisotropía, dicroísmo, birrefringencia, análisis de materiales cristalinos y amorfos). Microscopia de luz ultravioleta, fuentes de luz, efectos en fototóxicos.	
2. Microscopía de fluorescencia, confocal y multifotónica.	25
2.1. Conceptos de fluorescencia. Fluoroforos y cromóforos típicos (naturales, sintéticos, inmunomarcadores conjugados, proteínas fluorescentes, quantum dots). Fenómenos de luminiscencia, fosforescencia, fluorescencia, autofluorescencia, decaimiento, photobleaching, fototoxicidad, fotoactivación. Espectros de absorción, excitación y emisión de fluoroforos, cromóforos y marcadores típicos. Diagramas de energía de Jablonski y ecuación de Planck. Mecanismos de absorción, excitación, emisión y relajación de fotones	
2.2. Arquitectura de los microscopios de fluorescencia. Tipos de iluminación en fluorescencia, convencional, epiiluminación y Köhler. Fuentes de iluminación, lámparas de xenón y mercurio. Filtros, objetivos, cámaras y fotodetectores, accesorios, configuraciones invertidas y variantes de microscopios de fluorescencia.	

<p>2.3. Conceptos de microscopia confocal., ventajas y desventajas en relación a la microscopía de fluorescencia. Principio de operación, trayectoria de los láseres, arquitectura y tipos de láseres, unidades de barrido, líneas de láseres, fotomultiplicadores, detectores de luz y cámaras, pinhole, objetivos, filtros convencionales y sintonizables (acústico-ópticos), espejos dicromáticos, objetivos.</p>	
<p>2.4. Planos focales, confocalidad, formación de imágenes tridimensionales y multiespectrales, marcación simultánea, selección de marcadores combinados, resolución, contraste, aberraciones ópticas, esféricas y cromáticas en microscopia confocal, colocalización, crosstalk. Modos de operación, reconstrucciones 3-D técnicas in vivo y en tiempo real, técnicas dinámicas y avanzadas, FRET (fluorescence resonance energy transfer), FRAP (Fluorescence Recovery After Photobleaching), FLIP (Fluorescence Loss in Photobleaching), FSM (Fluorescence Speckle Microscopy), FLIM (Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy). Ejemplos de aplicación en nanotecnología.</p>	
<p>2.5. Microscopía multifotónica (doble fotón). Principio de funcionamiento. Características de la excitación con doble fotón. Diagramas de energía de Jablonski para excitación multifotónica. Arquitectura de los sistemas multifotónicos. Láseres entonables e infrarrojos. Espectros de adsorción y emisión. Resolución, plano focal y poder de penetración. Reducción del photobleaching y fototoxicidad. Modos de operación y técnicas avanzadas en doble fotón FRET, FRAP, FLIP; FSM, FLIM. Perfilometría y modelos 3-D. Microscopía de superresolución y técnicas usadas para alcanzar resoluciones menores a los 10 nm y escalas moleculares: NSOM (near-field scanning optical microscopy), STED (stimulated emission depletion microscopy), STROM (stochastic optical reconstruction microscopy) and SIM (structured illumination microscopy).</p>	
<p>3. Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) y Microscopías emergentes</p>	<p>25</p>
<p>3.1. Principios básicos de operación, arquitectura y componentes de los microscopios de fuerza atómica y SPM (scanning probe microscopes). Instrumentación, detectores y tipos de puntas, obtención de la imagen.: Tipos de imágenes (topográfica, fase, etc), tipos de escáner, áreas de barrido y resolución de imágenes, medición de las imágenes de AFM, procesamiento y análisis de imágenes, artefactos de imagen. Accesorios, celda de fluidos, cámaras ambientales, funcionalización de puntas,</p>	
<p>3.2. Teoría y fundamentos de los modos de operación: Contacto, intermitente, aire, celda de fluidos, fuerza eléctrica y magnética, conductiva, electroquímica, tunelamiento (TUNA) y sus variantes, fotoconductiva, piezoresistiva, modos de escaneo de capacitancia, electroquímico, resistencia y tunelamiento (Scanning tunneling microscopy, STM), nanolitografía, nanoindentación.</p>	
<p>3.3. Otras técnicas especializadas y SPM en alto vacío. Técnicas de caracterización nanomecánicas en materiales inorgánicos y orgánicos. Mediciones de propiedades mecánicas, micro y nanomanipulación, perfilometría, rugosidad. Mecánica celular, mapeo de propiedades nanomecánicas, Microscopía de fuerza lateral y torsional, nanoscratching y adhesión. Manipulación de biomacromoléculas (proteínas), pruebas mecánicas de estiramiento y relajación. SPM en alto vacío manipulación de átomos y medición de propiedades atómicas y nanométricas</p>	
<p>3.4. Microscopías emergentes e híbridas. Bio-AFM, Micro-Raman o Raman-Confocal, Raman-MEB, Fluorescencia-MEB, EM-MEB, AFM-Acoplado a Raman, multifotónica-AFM. Otros tipos de SPM (Scanning Probe Microscopes), microscopios de efecto tunel. Casos de estudio en micro y nanotecnología.</p>	
<p>4. Técnicas de preparación de muestras y análisis de imágenes avanzado.</p>	<p>12</p>

3.1. Preparación de muestras, fijación de tejidos y muestras biológicas, métodos de deshidratación con soluciones o al punto crítico, micrótomos y criostatos, ultramicrotomos convencionales y criogénicos, tipos de corte, tinciones diferenciales, tinciones con fluoróforos, cromóforos, quantum dots, montaje y fijación en porta muestras, para microscopia de fotonica y fuerza atómica.	
3.2. Procesamiento y análisis de imágenes en microscopia. Tipos de imágenes, procesamiento de imágenes, filtrado y mejoramiento de contraste. Interpretación y análisis cualitativo y cuantitativo de imágenes. Técnicas de extracción de rasgos de la imagen, morfométricas, texturales, fractales, colorimétricas, estereología. Manejo de imágenes multi e hiperespectrales. Métodos de clasificación de imágenes avanzados. Casos de estudio en micro y nanotecnología.	
Total	72 hrs

III.3 BIBLIOGRAFIA UTILIZADA EN LA ASIGNATURA

1. "Handbook of Microscopy for Nanotechnology", Nan Yao, Zhong Lin Wang, Springer, Estados Unidos, 2005.

2. "Introduction to nanotechnology", Ch. P. Poole Jr., Frank J. Owens, Wiley Interscience, Estados Unidos, 2003.

3. "Materials Chemistry", Bradley D. Fahlman, Springer, Estados Unidos, 2008.

4. A Practical Guide to Scanning Probe Microscopy SPM. 2005 Veeco Instruments Inc.

5. Aguilera, J.M., Stanley, D.W., 1999. Microstructural principles of food processing and engineering. In: Barbosa-Cánovas, G.V. (Series Ed.), Food Engineering Series. 2nd edition. Aspen Publishers, Inc., Maryland.

6. Atomic Force Microscopy, Peter Eaton, Paul West, Oxford University Press, USA, 2010.

7. Perea-Flores, M. J., Mendoza-Madrigal, A. G., Chanona-Pérez, J. J., Alamilla-Beltrán, L., Gutiérrez-López, G. F. (2012). Microscopy techniques and image analysis for the quantitative evaluation of food microstructure. In Food Processing Handbook Second Edition. Volume 2, Chapter 21: 623-665. Edited by Brennan, J. G. and Grandison, A. S. Editorial Wiley-VCH Verlag & Co. Germany.

8. Characterization of Materials Vol. 1 and 2, Elton N. Kaufmann, John Wiley & Sons, 2003, Canada

9. Drury, RAB and EA Wallington. 1980. Carleton's Histological Technique. Oxford University Press, Toronto.

10. Luna, L.G., 1968. Manual of Histologic Staining Methods of the AFIP , 3rd edition. McGraw-Hill Book Company, New York, NY, USA.

11. REVIEW - J. E. Sader. "Calibration of atomic force microscope cantilevers". Encyclopedia of Surface and Colloid Science, Ed: A. Hubbard, 846-856 (2002)

12. Materials Characterization. Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Yang Leng, John Wiley & Sons, Singapore, 2008

13. Microstructural Characterization of Materials, David Brandon, Wayne D. Kaplan, John Wiley & Sons, New York, 2001.

14. Möllring, F.K. La Microscopía desde el Principio. Carl Zeiss, D-7082 Oberkochen, Alemania. 1981.

15. Murray, R.G.E. & C.F. Robinow. Light Microscopy. In: Manual of Methods for General and Molecular Bacteriology. P. Gerhardt (ed.). American Society for Microbiology. Washington, D.C. USA. 1994.

Artículos científicos recientes relacionados con el curso

1. . Gould, T. J. and Hess, S. T. Nanoscale biological fluorescence imaging: Breaking the diffraction barrier. *Methods in Cell Biology* 89: 329-358 (2008).

2. Amos, W.B., White, J.G. (2003) How the confocal laser scanning microscope entered biological research. *Biology of the cell*. 95: 335-342.

3. Perea-Flores, M. J.; Chanona-Pérez, J. J. ; Garibay-Febles, V.; Calderón-Domínguez, G.; Térres-Rojas, E.; Mendoza-Pérez, J. A.; Herrera-Bucio, R. (2011). Microscopy techniques and image analysis for evaluation of some chemical and physical properties and morphological features of higuera seed (*Ricinus communis*). *Industrial Crops and Products*. 34(1): 1057-1065.

4. Shimoni Eyal. (2008). Using AFM to explore food nanostructure. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 13: 368-374.

5. Diaspro, A., Chirico, G. and Collini, M. Two-photon fluorescence excitation and related techniques in biological microscopy. *Quarterly Reviews of Biophysics* 38: 97-166(2005).

6. Dedecker, P., Flors, C., Hotta, J. I., Uji-i, H. and Hofkens, J. 3D nanoscopy: Bringing biological nanostructures into sharp focus. *Angewandte Chemie International Edition* 46: 8330-8332 (2007).

7. Hell, S. W. Far-field optical nanoscopy. *Springer Series in Chemical Physics* 96: 365-398 (2010).

8. Geisse, Nicholas A. (July–August 2009). "AFM and Combined Optical Techniques". *Materials Today* 12 (7-8): 40–45. doi:10.1016/S1369-7021(09)70201-9. Retrieved 4 November 2011.

9. J. E. Sader, J. A. Sanelli, B. D. Adamson, J. P. Monty, X. Wei, S. A. Crawford, J. R. Friend, I. Marusic, P. Mulvaney and E. J. Bieske. "Spring constant calibration of atomic force microscope cantilevers of arbitrary shape". *Review of Scientific Instruments*, 83, 103705 (2012)

III.4 PROCEDIMIENTOS O INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN A UTILIZAR

Tres exámenes parciales (1-2, 3-4, 5) 50%

Exposición de temas de investigación 25%

Seminario de artículos de investigación 25%
