



UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

2022-IO0377

11213

Armenia, 28 de febrero de 2022

Doctora
Liliana Del Socorro Tirado Mejía
CC. 41885303

Asunto: Información labor académica en el programa de Doctorado en Ciencias.

Cordial saludo,

La Dirección del programa Doctorado en Ciencias certifica que en el marco de la ejecución del programa ÓMICAS "Optimización Multiescala In-silico de Cultivos Agrícolas Sostenibles (Infraestructura y validación en Arroz y Caña de Azúcar" proyecto 4 "Plataforma para Fenotipificación Multiescala de Alta Resolución", el programa le ha asignado la orientación de los siguientes cursos:

- **Posgrado:** Doctorado en Ciencias.
- **Plan de estudios:** Consejo Superior, Acuerdo No. 024 del 26 de febrero de 2016.
- **Disciplina:** Física.
 - **Primer semestre de 2019:** Curso Avanzado I
Técnicas Avanzadas de Caracterización de Materiales.
48 horas
 - **Primer semestre de 2020:** Tópicos Avanzados en Investigación.
48 horas - 2020-1
 - **Primer semestre de 2021:** Tópicos Avanzados en Investigación.
48 horas - 2021-1

De antemano agradecemos el oportuno y buen trámite de la presente.



UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

2022-IO0377

11213

Armenia, 28 de febrero de 2022

Tel.: +57 (606) 7359300 Ext. 970 – 349

e-mail: doctoradoencias@uniquindio.edu.co

Atentamente,

Cristian Camilo Villa Zabala
Director Doctorado en Ciencias

Anexos: Silabos relacionados en oficio.

Copia: No aplica

Transcriptor: Carmen Milena Alvarez Florez

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
Doctorado en Ciencias - Física

Syllabus

**CURSO AVANZADO I:
Técnicas Avanzadas de Caracterización de Materiales**

1. Descripción

En este espacio académico se estudian los principales mecanismos de interacción entre la materia y la radiación, en diferentes rangos del espectro electromagnético. Este estudio, en el rango de altas energías, permite entender el fenómeno de la difracción de rayos X, por la naturaleza cristalina de los materiales, la emisión de fotoelectrones por la incidencia de rayos X y la emisión de rayos X bajo el estímulo de electrones de alta energía, y su utilización en técnicas como difracción de rayos X (DRX), espectroscopía de fotoelectrones (XPS por sus siglas en inglés) y espectroscopía de energía dispersada por excitación electrónica de alta energía (EDS por sus siglas en inglés). En el rango espectral del visible y del infrarrojo, se estudian los fenómenos de absorción y emisión de radiación al excitar ópticamente la materia, procesos utilizados en las técnicas de fotoluminiscencia y espectroscopía infrarroja.

2. Justificación

El estudio de materiales requiere de múltiples técnicas de caracterización y análisis para lograr construir una amplia descripción de la estructura interna y de los parámetros que rigen el comportamiento de la materia ante estímulos externos. Es así como hacen parte esencial del estudio de materiales las técnicas de caracterización estructural, como la difracción de rayos X, composición como XPS y EDS, y las técnicas de caracterización óptica como las espectroscopías de emisión y absorción. Se busca profundizar en los fundamentos básicos de las técnicas de difracción de rayos X, EDS y XPS, fotoluminiscencia y espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier y adquirir la habilidad en el manejo de los equipos con los que cuenta el Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, así como algunos otros laboratorios de investigación en las universidades de la región.

3. Competencias propias del espacio académico, núcleo o cátedra.

Científico-Tecnológicas (CT)

CT1: conoce los mecanismos principales de difracción de alta energía, de emisión de radiación en el rango del visible y de los rayos X, y absorción en el rango del

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

infrarrojo.

CT2: conoce los principios fundamentales de los equipos que constituyen los sistemas de caracterización

CT3: interpreta de resultados utilizando técnicas de ajuste, de refinamiento y de deconvolución.

CT4: desarrollo de habilidades en el manejo de equipos.

Comunicativas (C)

C1: realiza informes claros y ampliamente descriptivos sobre procedimientos, equipos y análisis de las mediciones.

Argumentativas (A)

A1: cuenta con elementos científicos para respaldar la confiabilidad de los resultados

Éticas (E)

E1: tener el criterio para darle prioridad a las técnicas amigables con el medio ambiente.

E2: proteger su integridad física y la de sus compañeros de trabajo.

E3: desarrollar la capacidad de trabajar en grupo de forma respetuosa y colaborativa.

Sociales (S)

S1: trabajo mancomunado con los compañeros, con los profesores y los técnicos de los laboratorios.

4. Administración del espacio académico

Espacio académico: Curso Avanzado I (Técnicas avanzadas de caracterización de materiales)

Horas semanales:4

Total de horas por semestre: 48

Metodología: Seminario presencial

Generalidades	Detalle
Código	
Tipo de Actividad Académica	Componente de fundamentación
Ubicación	Primer semestre
Naturaleza	Teórica
Contenidos	Introducción. Producción de rayos X: espectro continuo; espectro característico: niveles de energía

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

	<p>electrónicos de los átomos; tubos de rayos X. Cristalografía: elementos geométricos; simetría, operaciones y elementos; redes y sistemas cristalinos; grupos de simetría cristalina; algunas estructuras cristalinas; celdas de Wigner-Seitz; índices de Miller</p> <p>Técnica de caracterización por difracción de rayos X (DRX). Interacción de rayos X con cristales: fenómeno de difracción; red recíproca; factor de dispersión atómica, factor de estructura geométrica; factor de Debye-Waller; reflexión de Bragg.</p> <p>Difracción: de rayos X, de neutrones, de electrones y de átomos; difracción de rayos X por materiales monocristalinos y policristalinos: análisis experimental. Refinamiento de difractogramas de materiales policristalinos y materiales compuestos.</p> <p>Espectroscopía de fotoelectrones por incidencia de rayos X (XPS). Enlaces moleculares y superficies. Emisión XPS y emisión Auger. Aspectos experimentales de la técnica. Interpretación de resultados</p> <p>Espectroscopía de energía dispersada por excitación electrónica de alta energía (EDS). Aspectos experimentales de la técnica. Interpretación de resultados</p> <p>Fotoluminiscencia. Estructura electrónica de cristales, bandas electrónicas de brecha directa y de brecha indirecta; confinamiento cuántico. Mecanismos de emisión de radiación visible y de absorción. Sistema experimental a temperatura ambiente y a baja temperatura. Interpretación de resultados</p> <p>Espectroscopía en el rango del infrarrojo. Sistema experimental en modo de transmisión; en modo de reflexión; a baja temperatura. Interpretación de resultados</p>
Créditos	4
Evaluación	Cuantitativa
Horas de docencia directa	48 al semestre
Horas teórico-prácticas:	0
Horas de trabajo independiente	72 al semestre

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

Horas de asesoría	72 al semestre
Habilitable	No
Validable	Si
Homologable	Si
Requisitos	Estar matriculado en primer semestre en el Doctorado en Ciencias.

5. Procesos integrativos:

Alrededor de los objetos de estudio de este espacio académico se realizan, como procesos consuetudinarios en los diferentes laboratorios, mediciones, caracterización y análisis de materiales fabricados en diferentes laboratorios, en proyectos de investigaciones de grupos con quienes se tiene colaboración y en proyectos de extensión, como servicios a usuarios externos. En este espacio académico, a través de los estudios que se llevan a cabo en diferentes tipos de materiales, se propicia la orientación del campo de investigación a estudiar materiales especializados.

6. Contenidos**6.1. Conceptuales**

Fundamentos físicos en los que se basan las diferentes técnicas de caracterización y aspectos de la materia que participan en la interacción. Interpretación de los resultados obtenidos de cada interacción. Aspectos técnicos de las técnicas.

6.2. Procedimentales

6.2.1. Criterios para hacer un correcto montaje experimental para la caracterización, acorde con las características del material.

6.2.2. Interpretar los resultados obtenidos realizando sistemáticamente la caracterización del material bajo estudio, variando parámetros de medición.

6.2.3. Incluir las incertidumbres y los errores para interpretación de resultados.

6.3. Actitudinales

Se motiva la reflexión permanente en los aspectos éticos y bioéticos de la investigación científica, teniendo como norte lo que se considera una ciencia bien hecha, lo que incluye además los derechos de propiedad intelectual. El aspecto asociado al buen manejo de los equipos de laboratorio, junto con un criterio inteligente en la toma de decisiones para enfrentar las preguntas de investigación planteadas, fortalecen en el estudiante el rigor científico.

7. Metodología

Los conceptos con los cuales ya están familiarizados los estudiantes serán revisados en discusiones y talleres con el docente, para afianzar los fundamentos requeridos

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

en este espacio académico. Los nuevos conceptos se tratarán en clases magistrales, combinando con talleres de lectura y seminarios. La profundización en el conocimiento de los equipos se hace combinando trabajo guiado, búsqueda de información técnica por parte de los estudiantes, y discusiones de posibles problemas y sus probables soluciones. Se mantiene una búsqueda permanente de reportes científicos relacionados con los temas del espacio académico como, por ejemplo, mecanismos de interacción, y descripción de procesos de emisión y absorción en nuevos materiales nanoestructurados.

8. Evaluación

Pruebas escritas, resolución de talleres, informes de lectura y de consulta, exposiciones individuales, análisis de resultados de mediciones y caracterización de materiales estándar.

9. Bibliografía

- [1] C. F. Ramirez-Gutierrez, A. Medina-Herrera, L. Tirado-Mejía, L. F. Zubieta-Otero, O. Auciello, and M. E. Rodriguez-Garcia. *Photoluminescence study of porous p-type silicon: identification of radiative transitions*. Journal of Luminescence 201 (2018) 11-17. Reference: LUMIN15551.
- [2] C. Kittel, (2005): *Introduction to Solid State Physics*, ed. 8, Berkeley, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- [3] G. A. Pérez y H. D. Colorado, (2012): *Difracción de rayos X y el método Rietveld*. Programa Editorial Universidad del Valle, Cali Colombia.
- [4] G. Blasse, B.C. Grabmainer, (1994): *Luminescent Materials*, Berlín, Alemania, Springer Science & Business Media.
- [5] G. Fonthal, L. Tirado Mejía, J.I. Marín Hurtado, H. Ariza Calderón, J. Mendoza Alvarez. *Temperature dependence of the band gap energy of crystalline CdTe*. Journal of Physics and Chemistry of Solids 61, p. 579-583, 2000.
- [6] H. Ibach and H. Lüth. *Solid-State Physics*. Springer, Berlin, Heidelberg DOI https://doi.org/10.1007/978-3-540-93804-0_3.
- [7] http://www.uta.edu/faculty/mattioli/geol_2313/lect_3_2313_symmetry.pdf
- [8] [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_\(Physical_and_Theoretical_Chemistry\)/Spectroscopy/Vibrational_Spectroscopy/Infrared_Spectroscopy/How_an_FTIR_Spectrometer_Operates](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Vibrational_Spectroscopy/Infrared_Spectroscopy/How_an_FTIR_Spectrometer_Operates)
- [9] <https://www.uvm.edu/~gdrusche/Classes/GEOL%20110%20-%20Earth%20Materials/2010%20files/Lecture%2011%20-%20Crystallography.pdf>
- [10] https://www3.nd.edu/~amoukasi/CBE30361/Lecture__crystallography_A.pdf
- [11] J Jaramillo, B A Garzón and L Tirado Mejía, *Influence of the pH of the synthesis using sol-gel method on the structural and optical properties of TiO₂*, Journal of

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

- Physics: Conference Series 687 (2016) 012099. doi:10.1088/1742-6596/687/1/012099
- [12] J. C. Caicedo, W. Aperador, M. Mozafari, L. Tirado. *Evidence of Electrochemical Resistance on Ternary V-C-N Layers*. Journal Silicon, (2018), 1-9 DOI 10.1007/s12633-018-9782-7.
- [13] J. Rodríguez Lara, (1986): *Fundamentos de cristalografía física*. Washington: OEA.
- [14] L. Girón, W. Aperador, L. Tirado, F. Franco, J. C. Caicedo. *Electrochemical Performance Estimation of Anodized AZ31B Magnesium Alloy as Function of Change in the Current Density*. Journal of Materials Engineering and Performance, June 2017. DOI: 10.1007/s11665-017-2808-2.
- [15] L. Tirado Mejía, J.I. Marín Hurtado, H. Ariza Calderón. *Influence of disorder effects on Cd_{1-x}Zn_xTe optical properties*. Physica Status Solidi B-Basic Research 220, n. 1, p. 255-260, 2000.
- [16] L. Tirado-Mejía, J.A. Villada, M. de los Ríos, J.A. Peñafiel, G. Fonthal, D.G. Espinosa-Arbeláez, H. Ariza-Calderón, M.E. Rodríguez-García, *Optical and structural characterization of GaSb and Te-doped GaSb single crystals*. Physica B: Condensed Matter 403, 4027 (2008).
- [17] M.E. Rodríguez, O. Zelaya-Angel, J. Pérez-Bueno, S. Jiménez-Sandoval, L. Tirado-Mejía. *Influence of Te inclusions and precipitates on the crystalline and thermal properties of CdTe single crystals*. Journal of Crystal Growth 213, p. 259-266, 2000.
- [18] Neil W. Ashcroft, N. David Mermin (1976): *Solid State Physics*. New York: Harcourt College Publisher.
- [19] Newport, (2018): *Technical Note: Introduction to FTIR Spectroscopy*, Recuperado el 8 de septiembre de 2018, de <https://www.newport.com/n/introduction-to-ftir-spectroscopy>.
- [20] R. Sánchez –Cano, L. Tirado-Mejía, N. Porrás-Montenegro, G. Fonthal, H. Ariza-Calderón, *Optical response of confined excitons in Quantum Dots on GaInAsSb/GaSb heterostructures*. Journal of Physics: Conference Series, 167 012033 (2009).
- [21] Shinde, K.N., Dhoble, S.J., Swart, H.C., Park, K., *Phosphate phosphors for solid-state lighting* <http://www.springer.com/978-3-642-34311-7>.
- [22] Shoujun Zhu, Yubin Song, Xiaohuan Zhao, Jieren Shao, Junhu Zhang, and Bai Yang *Nano Research* 2015, 8(2): 355–381 DOI 10.1007/s12274-014-0644-3.
- [23] Ullrich Pietsch, Václav Holý, Tilo Baumbach, (2004): *High-Resolution X-Ray Scattering* 2 Ed. New York: Springer.
- [24] Vitalij K. Pecharsky and Peter Y. Zavalij. *Fundamentals of powder diffraction and structural characterization of materials*. Springer E-ISBN 0-387-2456-7

MODELO DE SYLLABUS

MACROPROCESO DOCENCIA

springeronline.com.

[25] Yutaka Toyozawa, (2003): *Optical Processes in Solids*. Cambridge.

10. Historial de revisión

Propuesto en el primer período académico del año 2019.

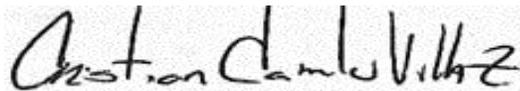
Vigencia del syllabus:

Un semestre. Será revisado y evaluado al finalizar el primer semestre 2019.

Responsables:

Liliana Tirado M., Ph.D.

VoBo.



Cristian Camilo Villa Zabala, Ph.D.

Director Doctorado en Ciencias

Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías

Tel: +57 (606) 7359300 ext. 970 – 349

e-mail: doctoradoencias@uniquindio.edu.co