

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Doctorado en Materiales y Nanociencia**

<b>DATOS GENERALES</b>
Nombre del Curso
<b>Análisis de superficie, propiedades mecánicas y tribológicas</b>

<b>PRESENTACIÓN GENERAL</b>
Justificación
Esta Experiencia Educativa pretende describir los principios científicos y la ingeniería práctica del análisis de superficies en diferentes materiales que son necesarios para seleccionar los materiales adecuados en la tecnología moderna. La ciencia de la tribología se encarga del estudio de superficies en contacto y su respectivo análisis de la fricción, lubricación y desgaste. Además las propiedades mecánicas tienen una correlación directa con las tribológicas, lo cual hace necesario un entendimiento general de todas ellas y la correlación de su comportamiento con su estructura, morfología y tipos de enlace presentes.

<b>OBJETIVOS GENERALES DEL CURSO</b>
El estudiante conocerá los principales métodos, tratamientos y procesos de análisis de superficies, dirigidos a modificar las propiedades de superficie de los materiales en forma de películas delgadas y/o recubrimientos duros, como su dureza, tenacidad a la fractura, adherencia, coeficiente de fricción y desgaste, entre otras.

<b>UNIDADES, OBJETIVOS PARTICULARES Y TEMAS</b>
<b>UNIDAD 1</b>
Análisis de superficie
Objetivos particulares
El estudiante comprenderá el concepto y principios asociados con el análisis de superficie de materiales sólidos y las técnicas de caracterización asociadas.
Temas
1.1 Estructura cristalina de la superficie 1.2 Difracción de rayos X 1.3 Esfuerzos residuales 1.4 Tamaños de grano 1.5 Análisis de morfologías superficiales 1.6 Microscopía Electrónica de barrido

UNIDAD 2
Propiedades Mecánicas a escala micrométrica
Objetivos particulares
El estudiante será capaz de diferenciar las propiedades mecánicas de los materiales en forma de películas delgadas o recubrimientos duros y como estas varían en función de cambios estructurales.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Deformación</li> <li>2.2 Esfuerzos</li> <li>2.3 Relación de Poisson</li> <li>2.4 Módulo de elasticidad, rigidez, elasticidad y plasticidad</li> <li>2.5 Dureza Vickers y preparación de muestras</li> <li>2.6 Tenacidad a la fractura</li> <li>2.7 Rockwell C y adherencia superficial</li> <li>2.8 Modelos de indentación</li> </ul>

UNIDAD 3
Técnicas de Nanoindentación
Objetivos particulares
Los estudiantes conocerán los fundamentos teóricos de las técnicas de nanoindentación aplicada a materiales en forma de películas delgadas y/o recubrimientos duros. Así mismo, entenderá los conceptos de dureza y módulo de elasticidad y la importancia de la correlación que existe entre su estructura y tipo de superficie con las propiedades mecánicas de materiales.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Mecanismos de contacto</li> <li>3.2 Comportamiento elástico, plástico y elastoplástico</li> <li>3.3 Tipos de indentadores</li> <li>3.4 Curvas de carga y descarga</li> <li>3.5 El método de Oliver y Pharr</li> <li>3.6 Pruebas de rayado y adherencia</li> <li>3.7 Técnicas instrumentales: MFA y Hysitron</li> </ul>

UNIDAD 4
Tribología
Objetivos particulares
El objetivo fundamental de este curso es que el estudiante conozca la importancia de la tribología, su alcance e implicaciones en el análisis de la eficiencia de recubrimientos duros.
Temas
<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Principios Básicos</li> <li>4.2 Fricción</li> <li>4.3 Desgaste</li> <li>4.4 Lubricantes</li> </ul>

4.5 Micro/Nanotribología  
4.6 Ensayos de tribología

#### UNIDAD 5

Recubrimientos duros

#### Objetivos particulares

Proporcionar a los estudiantes una formación especializada en el campo de los recubrimientos duros, para que sean capaces de identificar sus aplicaciones en función de las propiedades que estos mejoran como la resistencia a la corrosión y al desgaste en piezas metálicas.

#### Temas

5.1 Definición y clasificación  
5.2 Sistema sustrato/recubrimiento  
5.3 Origen de la dureza  
5.4 Sistemas binarios  
5.5 Sistemas ternarios  
5.6 Sistemas cuaternarios

#### TÉCNICAS DIDÁCTICAS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

A lo largo del curso se sugiere programar 4 sesiones de laboratorio.

Exposición del profesor

Dinámicas de trabajo grupales y/o individuales

Apoyo en manuales de uso de equipos

Apoyo en prácticas de laboratorio

Libros digitales especializados.

#### EQUIPO NECESARIO

Microdurómetro Vickers, Microtribómetro, Difractómetro de rayos X, perfilómetro, pintarrón, cañón y computadora portátil.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Maryory Astrid Gómez Botero, Tribología Aplicada a los Recubrimientos Duros, Editorial Académica Española, ISBN: 978-3-8473-5390-4, 2011.
2. Sudeep P. Ingole, Tribology for Scientists and Engineers, Springer, 2013. DOI: 10.1007/978-1-4614-1945-7\_9.
3. Giovanni Straffellini, Friction and Wear, Springer, 2015. DOI: 10.1007/978-3-319-05894-8\_7.
4. Anthony C. Fischer-Cripps, Application of Nanoindentation, Springer, 2011.
5. Fischer Cripps, A. C. Nanoindentation, New York, Springer-Verlag. 2002. DOI:10.1007/978-1-4419-9872-9\_12.
6. Maritza G. J. Veprek-Heijman, Stan Veprek, Chapter 4: Measurements of Hardness and Other Mechanical Properties of Hard and Superhard

Materials and Coatings, Springer, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-29291-5\_4.

7. Cullity, B. D, Elements Of X Ray Diffraction, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 2013.

8. Anton F. Mohrnhelm, Chapter 7: Microhardness Testing and Hardness Numbers, Springer, 2013. DOI: 10.1007/978-1-4684-2370-9\_7.

#### REFERENCIAS ELECTRÓNICAS (Última fecha de acceso:)

<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5991-3319EN.pdf> (08-02-2017)

<http://www.sadosa.com/RECUBRIMIENTOS.html> (08-02-2017)

<http://www.redalyc.org/html/911/91139263001/> (08-02-2017)

<http://redisyt.org/> (08-02-2017)

<http://redisyt.org/index.php/inicio/antecedentes> (08-02-2017)

<https://www.uv.mx/universo/313/regiones/regiones02.htm> (08-02-2017)

#### Otros Materiales de Consulta:

1.- Revistas especializadas de editoriales como Elsevier, springer, scielo, MDPI, IOP, etc.

2.- Memorias y/o proceedings publicados en congresos nacionales y/o internacionales.

#### EVALUACIÓN

##### SUMATIVA

	Concepto	Porcentaje
Forma de Evaluación	Examen	50 %
	Exposiciones	15 %
	Prácticas de Laboratorio	20 %
	Trabajos de Investigación	15 %
	Total	100 %