



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

PROPÓSITO

A través de la especialización en las diversas y complejas técnicas de microscopia electrónica, ha sido posible revelar las ultraestructuras de los materiales, convirtiéndose así en una de las herramientas más importantes de los ingenieros metalúrgicos.

La concepción de la tecnología y la necesidad de acercamiento a los problemas de la ingeniería, se reflejan hoy en día en mucho de los recientes desarrollos de ésta técnica en diversas áreas importantes, como puede mencionarse entre otras: materiales, corrosión, análisis de falla, control de calidad, mineralogía, diseño, control de procesos, etc.

OBJETIVOS GENERALES

El propósito primordial de este curso, es capacitar al estudiante a la solución de problemas inherentes al área de materiales mediante las técnicas de microscopia electrónica, para lo cual se requiere:

1. Conocer y manejar la tecnología de la microscopia electrónica
2. Aplicar la metodología para la presentación del material
3. Interpretar los resultados obtenidos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

TEMA 1

- 1.0. Estructura, funcionamiento y aplicaciones del Microscopio Electrónico en la Ciencia de los Materiales
 - 1.1, Objetivo General
El alumno deberá ser capaz de manejar la tecnología de la microscopia electrónica
 - 1.2. Objetivos Específicos
El alumno deberá ser capaz de:
 - 1.2.1. Describir el principio físico en el cual se basa la técnica de M.E y su aplicación general a la Ciencia de los Materiales.
 - 1.2.2. Explicar el diseño y las características ópticas y electrónicas de cada uno de los instrumentos (SEM y TEM).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 1 / 1
--	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

- 1.2.3. Aplicar los conceptos básicos de interacción del haz de electrones con la materia, para la interpretación de las diferentes señales resultantes.
- 1.2.4. Explicar el proceso de formulación de una imagen describiendo los problemas o defectos que se presentan.

TEMA 2

Técnicas básicas de preparación de muestras para ser analizadas por Microscopia Electrónica (M.E.)

2.1. Objetivo General

El alumno será capaz de preparar muestras de distintos materiales para ser caracterizadas por M.E.

2.2. Objetivos Específicos

El alumno deberá ser capaz de:

- 2.2.1 Describir las técnicas de preparación de muestras para M.E.
- 2.2.2 Usar apropiadamente las técnicas de preparación de muestras para M.E. conociendo sus ventajas y limitaciones.

TEMA 3

Difracción de electrones

3.1 Objetivo General

El alumno deberá ser capaz de aplicar la geometría de la difracción de electrones en la caracterización de materiales.

3.2 Objetivos Específicos

El alumno deberá ser capaz de:

- 3.2.1 Calibrar el equipo para obtener patrones de difracción de electrones en zona.
- 3.2.2 Obtener e indexar patrones de difracción de electrones.
- 3.2.3 Determinar la estructura cristalina del material: parámetros de red, direcciones y planos cristalográficos.

TEMA 4

Técnicas de Microanálisis Químico acopladas al M.E.

4.1 Objetivos General

El alumno deberá ser capaz de realizar microanálisis químico de materiales con las Técnicas de Espectroscopia de Rayos X por dispersión en la Energía (E.D.S) y Espectroscopia de Rayos X por dispersión en la longitud de onda (W.D.S.), acopladas al M.E.

4.2. Objetivos Específicos

El alumno deberá ser capaz de:

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 2 / 2
--	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

- 4.2.1 Describir el funcionamiento básico y utilidad de los microanalizadores químicos E.D.S. y W.D.S. acoplados al M.E.
- 4.2.2 Utilizar las técnicas de E.D.S. y W.D.S., conociendo sus aplicaciones y limitaciones de acuerdo a las características de la muestra.

TEMA 5

Trabajo de investigación: "Aplicación de la Microscopia Electrónica en el Área de Materiales."

5.1. Objetivo General

El deberá ser capaz de interpretar todo lo relacionado en el área de Microscopia Electrónica: análisis de falla, caracterización microestructural, corrosión, control de calidad, etc.

5.2. Objetivos Específicos

El alumno deberá ser capaz de:

- 5.2.1. Interpretar a través de artículos, textos, todo lo relacionado con el área de materiales que utilice las técnicas de microscopia electrónica.
- 5.2.2. Realizar exposiciones donde el estudiante demuestre su capacidad a la solución de problemas inherentes al área de materiales, mediante las técnicas de microscopia electrónica.

EVALUACIÓN

1er. Parcial-----	30%
2do. Parcial-----	30%
Informe de prácticas de Laboratorio-----	15%
Trabajo de Investigación-----	25%



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

CONTENIDO

PROGRAMA SINÓPTICO

Se impartirán clases teóricas conducentes a capacitar al estudiante a entender los principios físicos del Microscopio Electrónico y se realizarán a escala de laboratorio, para entrenar al estudiante a manejar, aplicar, e interpretar la tecnología de la microscopia electrónica aplicada a la Ciencia de los Materiales.

TEMARIO

TEMA 1: Estructura, funcionamiento y aplicaciones de la Microscopia Electrónica en la Ciencia de los Materiales

- 1.1. Desarrollo histórico, principios físicos del microscopio electrónico, importancia y aplicaciones en la Ciencia de los Materiales.
- 1.2. Estructura y funcionamiento de los microscopios electrónicos de barrido (SEM) y transmisión (TEM).
- 1.3. Defectos de las lentes y resolución.
- 1.4. Interacción del haz de electrones con la muestra.
- 1.5. Mecanismos de formación de imágenes.

Práctica de Laboratorio No. 1:

- Observación de las partes del microscopio electrónico
- Alineación básica
- Formación de imágenes y defectos
- Calibración de aumento

TEMA 2

Técnicas básicas de preparación de muestras para ser analizadas por M.E.

- 2.1. Observación directa
- 2.2. Técnica de metalización: cubridor de iones (sputtering) y evaporador de alto vacío
- 2.3. Electropulido por doble jet
- 2.4. Fresador iónico
- 2.5. Réplicas metalográficas y fractográficas

Práctica de Laboratorio No. 2:

- Metalización de una muestra
- Preparación de muestras metálicas por electropulido (doble jet)
- Preparación de réplicas

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 4 / 4
--	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA**



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

TEMA 3

Difracción de Electrones

- 3.1. La red recíproca
- 3.2. La esfera de Edwald
- 3.3. Indexación de patrones de difracción de electrones

Practica de Laboratorio No. 3

- Calibración de la constante de la cámara
- Calibración de rotación
- Obtener e indexar patrones de difracción de electrones

TEMA 4

Técnicas de microanálisis químicos acopladas al M.E.

Espectroscopia de Rayos X por dispersión en la energía (E.D.S.) y Espectroscopia de Rayos X por dispersión en la longitud de onda (W.D.X.):

- 4.1. Principios básicos de funcionamiento
- 4.2. Características de la técnica
- 4.3. Principales ventajas y limitaciones

Práctica de laboratorio No. 4:

Realizar microanálisis químico de materiales con EDS o EDX acoplado al SEM

TEMA 5

Trabajo de Investigación: aplicación de la microscopia electrónica en el área de materiales

REQUISITOS

Los requisitos para esta asignatura son Ciencia de los Materiales y Comportamiento Mecánico (código 6331)

HORAS DE CONTACTO

La asignatura se dictará en 5 horas semanales:

1. Dos horas de teoría
2. Tres horas de práctica

PROGRAMACIÓN CRONOLÓGICA

TEMA 1

- I.1. 4 horas
- I.2. 4 horas
- I.3. 2 horas
- I.4. 2 horas
- I.5. 2 horas

Práctica de Laboratorio No. I: 9 horas

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 5 / 5
--	----------------------------------	--------	-----------------	------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

TEMA 2

- 2.1. 3 horas
- 2.2. 3 horas
- 2.3. 3 horas
- 2.4. 3 horas
- 2.5. 3 horas

Práctica de Laboratorio No. 2: 9 horas

TEMA 3

- 3.1. 4 horas
- 3.2. 2 horas
- 3.3. 4 horas

Práctica de Laboratorio No. 3: 3 horas

TEMA 4

- 4.1. 3 horas
- 4.2. 3 horas
- 4.3. 3 horas

Práctica de Laboratorio No. 4: 6 horas

TEMA V

Trabajo de Investigación

Dependerá del número de estudiantes

Cada exposición durará una hora

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 6 / 6
--	----------------------------------	--------	--------------------	---------------



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALURGICA
DEPARTAMENTO DE METALURGIA



ASIGNATURA: MICROSCOPIA ELECTRÓNICA				TIPO DE ASIGNATURA: Electiva Técnica			
CODIGO:	UNIDADES: 3			REQUISITOS: Comportamiento Mecánico: Código 6331			
HORAS/SEMANA: 5	TEORÍA: 2h	PRÁCTICA:	LABORATORIO: 3h	SEMINARIO:	TRABAJO SUPERVISADO:	HORAS TOTALES DE ESTUDIO: 10h	SEMESTRE: Octavo

Referencia bibliograficas

- 1.- C.E. Hall. Introduction to Electron Microscopy. Mc. Graw Hill ook (1966)
- 2.- H. Van Heimendal, M. Electron Microscopy of Materials. Academic Press (1980)
- 3.- Hirsh, et al, Electrón Microscopy of thin cristals. Butterworths, Londres (1965)
- 4.- L. Murr Electron Optical Aplications in Materials Science, Mc. Graw Hill Co. (1970)
- 5.- G. Thomas, Transmission Electron Microscopy of Metals, John Wiley-Sons (1964)
- 6.- G. Thomas and M. Goringe, Transmission Electron Microscopy of Materials, Hohn Wiley-Sons (1981)
- 7.- R.A. Caballero, Técnicas de Microscopia Electrónica- Facultad de Ingeniería. Escuela Metalúrgica y Ciencias de los Materiales.
- 8.- D. Williams, Practical Analytical Electron Microscopy in Materials Science. Electron Optics Publishing Group Analysis an Electron Microscopy (1983)
- 9.- J.Y. Golstein, D.E. Newbury, P. Echiln, D.C. Joy, C. Fiori and E. Lifshin. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanálisis. Plenum Press-New Cork and London. Nov. (1981).

APROBADO EN CONSEJO DE ESCUELA: 21-04-98	APROBADO EN CONSEJO DE FACULTAD:	DESDE:	VIGENCIA HASTA:	HOJA 7 / 7
--	----------------------------------	--------	--------------------	---------------